This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

هذه النسخة الإلكترونية (PDF) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (ITU) والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلاً.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.

© International Telecommunication Union

journal des télécommunications

REVUE MENSUELLE DE L'UNION INTERNATIONALE
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS — FÉVRIER 1982

spécial fibres optiques

WORLDWIDE BANK TO USE NEDIX-510F PACKET SWITCHING SYSTEMS

The Sumitomo Bank, Limited will use four NEDIX-510F packet switching systems to enhance their telephone, facsimile, teletype and on-line computer operations. The systems are being installed in New York, Tokyo, Hong Kong and London.

Designed to be the core of NEC's Integrated Voice/Data Communications Systems, the NEDIX-510F can packetize digital data (including voice data from digital telephones), then multiplex and transmit them over leased or dedicated lines—or a switched telephone or telex network—at speeds from 50bps to 64kbps. For optimal use of transmission lines the system provides both real-time and store-and-forward switching.

Packet terminals, non-packet terminals, host computers of different speeds and protocols—all can be linked to communicate with each other through the NEDIX-510F. Each packet terminal can communicate with up to 1,024 other terminals simultaneously over one physical line. Modular hardware and software and a wide range of network components simplify the building of a network structure according to user requirements.

The NEDIX-510F meets CCITT Recommendations and fully complies with other international and national standards. It is a prime example of how NEC integrates computer and communications (C & C) technologies to create a comprehensive information network.

NUMBER 121

SINGLE-CHIP MICROCOMPUTER HAS BUILT-IN A/D CONVERTER

For the first time ever, a microcomputer incorporates counters, timers, a serial interface, an A/D converter, a 4K-byte ROM and a 256-byte RAM on a single chip.

NEC's new μCOM-87AD (μPD7811G) is an 8-bit single-chip microcomputer with a built-in analog-digital converter for such applications as process control, copying machines, and automobiles. When used in automobiles, for instance, it can convert eight kinds of analog information (such as temperature, pressure, and power supply) into digital information for further processing by the on-chip A/D converter.

The μCOM-87AD offers a high speed conversion rate of 50μs. And use of the "successive approximation technique" gives it better cost-performance.

Another outstanding feature is its ability to perform pulse width measurement and frequency counting as well as programmable rectangular waveform output without need of complicated software. This makes it ideal for real-time control applications.

Other features include: Software performance 1.5 to 5 times higher than most other 8-bit single-chip microcomputers; A unique double-buffered serial interface which makes possible a multiprocessor system configuration; Direct addressability of external ROMs and RAMs up to a total of 60K bytes.

NEW MODEMS OFFER THE FASTEST POLLING RESPONSE TIME

Two new polling modems from NEC offer the world's fastest polling response time.

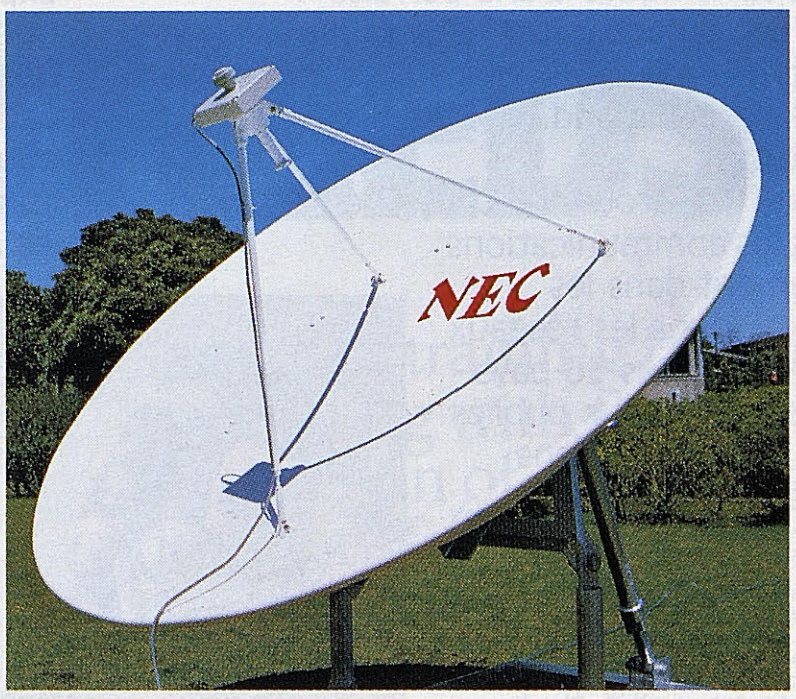
The 9,600bps data modem SP9600 FAST and the 4,800bps data modem SP4800 FAST incorporate a unique equalizer to offer a response time of 15msec. Even if synchronism is lost during data transmission (due to temporary circuit malfunction) this automatic equalizer quickly recovers without training signals because of a retrain-on-data function. And these two models are only about 1/3 the size of competing products thanks to extensive use of LSIs.

Another new model, the 2,400bps data modem SP2400 FAST, is about half the size of comparable modems. It has a polling response time of 7msec, and is designed to meet CCITT's V.26 and V.26 bis recommendations.

All three modems can be used over leased circuits or the public switched telephone network.

NEW GENERATION 12GHz TVROs

With an antenna diameter of only 1.8m, NEC's 861 Series TVROs are economical and easy to install. They are designed to offer excellent reception of OTS-2 and future systems (such as ANIK-C), and are ideal for CATV stations, rebroadcasting and community reception.



Featuring an impressive G/T of 18.7 dB/K, the 861 Series can pull in clear signals even from relatively low power satellites. And NEC TVROs can access any polarization of satellites without extra cost. The outdoor units have an advanced but simple design that will permit easy manual change-over when satellites convert from linear to circular polarization in the future.

The 861 Series has a wide-band antenna—11.50 to 12.75GHz. The low noise converter, based on an NEC-developed GaAs FET, is rated at 360 degrees K. With full 24-channel reception, dual polarization capability and multi-channel reception, the 861 Series provides outstanding performance in a compact and economical package.

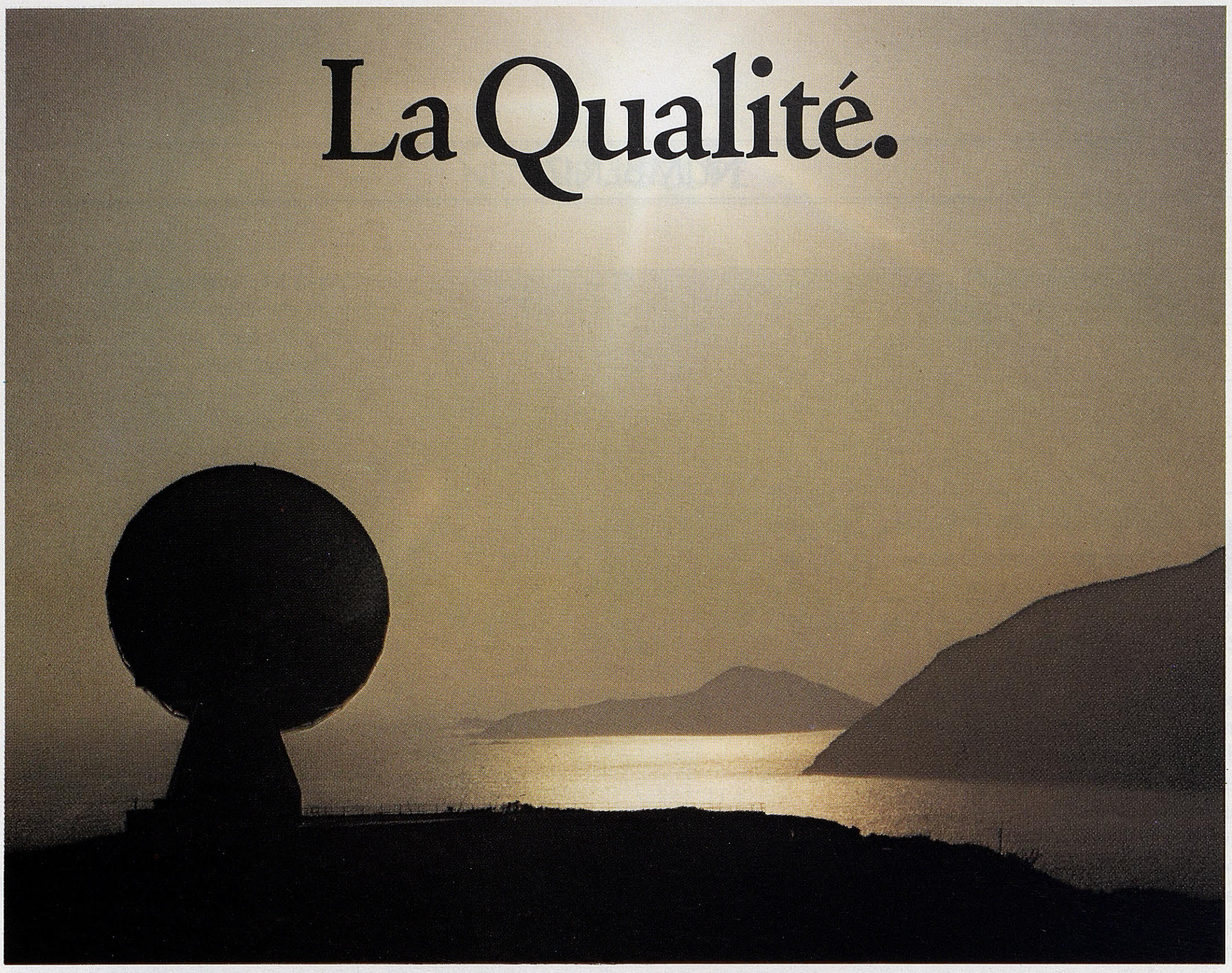
NEC is the world's No. 1 supplier of INTELSAT earth station systems, and has been accumulating expertise in direct TV reception from Ku-band satellites since 1973.

NEC

Nippon Electric Co.,Ltd.
P.O. Box 1, Takanawa, Tokyo, Japan.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

La Qualité.



Des conversations téléphoniques d'une parfaite netteté, en dépit d'un voyage de 45000 miles à travers l'espace – c'est le miracle des communications modernes.

Et c'est l'affaire de Cable and Wireless.

Dans le monde entier

De Bahrein au Brésil, du Cameroun à la Corée, de l'Indonésie à l'Irak, nous favorisons les communications mondiales, non seulement dans les 11 pays dont nous exploitons les réseaux téléphoniques nationaux et les 36 pays dont nous exploitons les réseaux publics internationaux, mais également dans plus de 60 pays dans lesquels nous assurons tous les types de systèmes de communications.

Téléphonie totale

Notre parc a la responsabilité de la surveillance de plus de la moitié de la capacité totale mondiale des câbles téléphoniques sous-marins. Nous exploitons plus de 20 stations terrestres, c'est-à-dire plus que tout autre usager du système Intelsat.

Des prestations de conseils impartiales.

Cable and Wireless représente toutefois beaucoup plus que les seuls téléphones. S'il se présente un problème de communications, quelle qu'en soit la nature, y compris tous les aspects des radiocummunications, il est probable que nous serons à même de vous prêter assistance.

De plus, n'étant liés à aucun fabricant particulier, nos prestations de conseils sont parfaitement impartiales.

Notre brochure en matière de communications vous renseignera quant à nos prestations.

Faites-en la demande. Puis parlons ensemble de vos exigences.

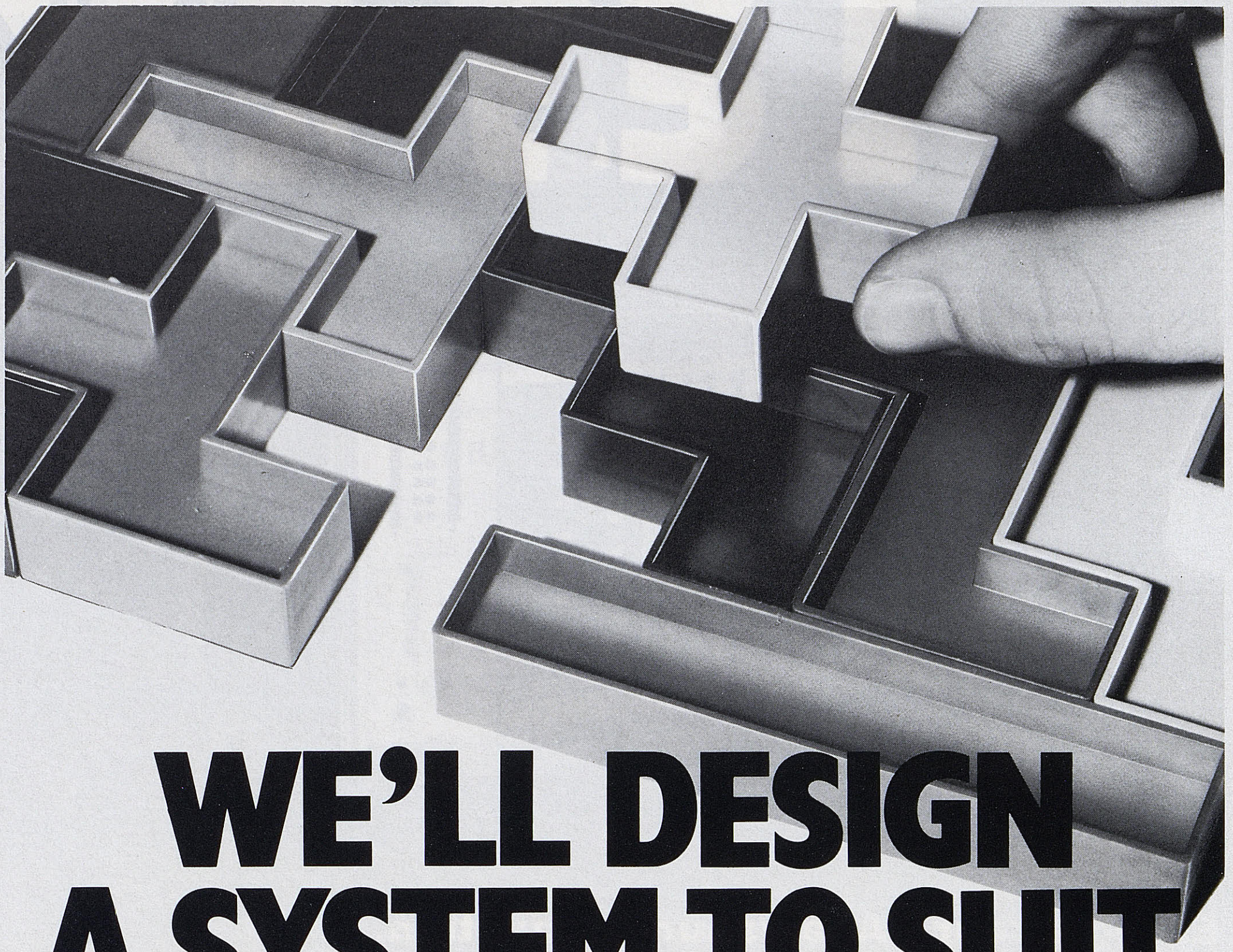
Cable and Wireless favorise les communications mondiales.

Cable and Wireless

favorise les communications mondiales

Cable and Wireless Public Limited Company, Dept. ITU, Mercury House, Theobalds Road, London WC1X 8RX Tel: 01-242 4433 Telex: 23181

ARCHIVES U.I.T. GENEVE



WE'LL DESIGN A SYSTEM TO SUIT YOUR NEEDS

Of course, any optical cable system is a lot more than just the hardware.

And BICC takes care to provide you with a complete package.

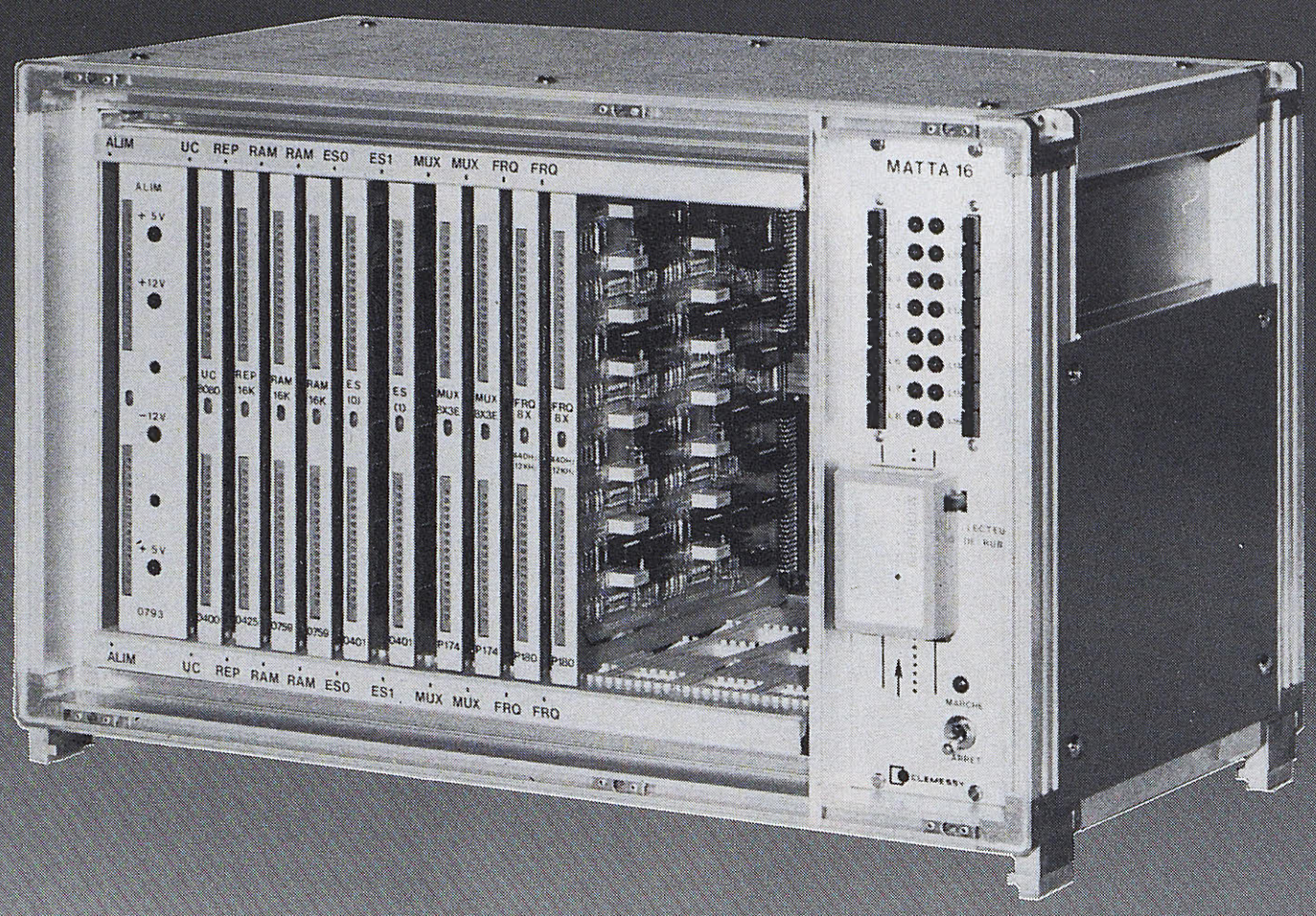
That includes cable and accessories, test equipment, installation, commissioning and specialist training for your staff, along with the production of an original design to fit in with your particular requirements.

So whatever application you have in mind, when you're sold on optical cables technology, let BICC sell you a system.

BICC

BICC TELECOMMUNICATION CABLES LIMITED
P.O. Box 1, Prescot, Merseyside L34 5SZ. Tel: 051-430 2000
Telex: 629320 BICC G. Telegraphic Address: BICALTEL Prescot
An Agency Company of BICC Limited and a Member of the BICC Group.

LES EX



MATTA

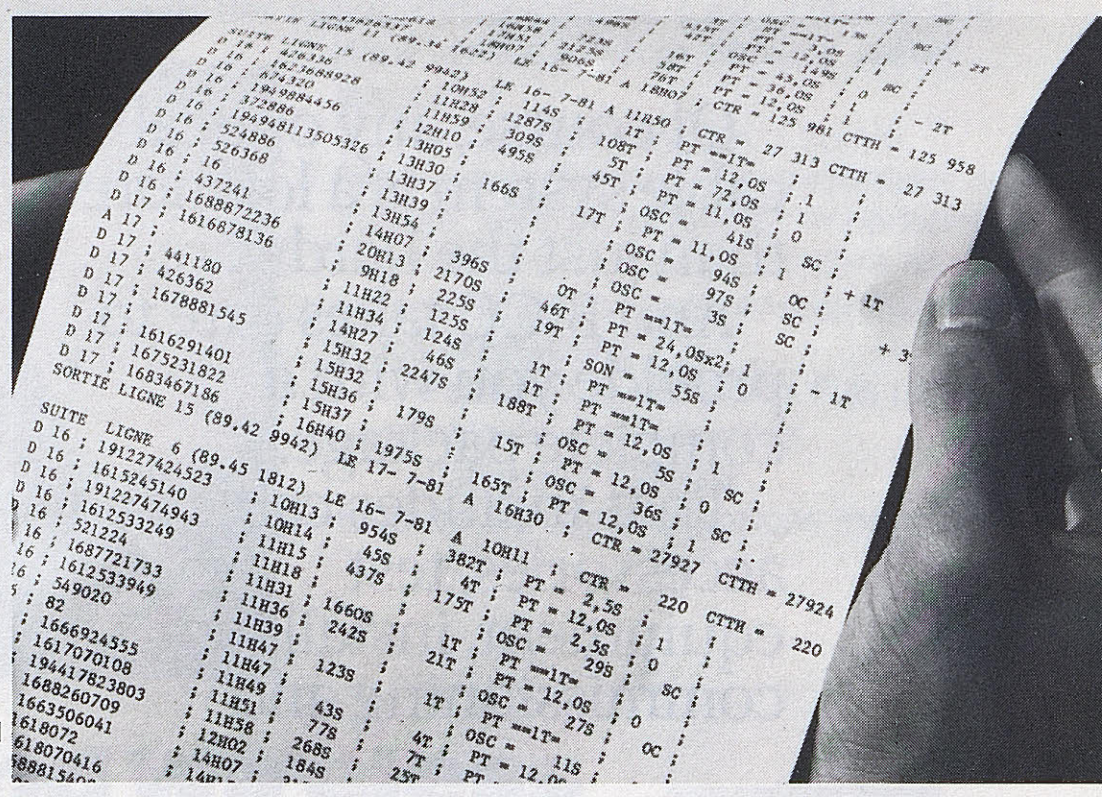
Enregistreur - Analyseur de taxation.

MATTA 8 et MATTA 16 sont des enregistreurs-analyseurs de taxation pour 8 ou 16 lignes d'abonnés. Ils sont conçus dan
le double but de **«justificatif de taxe»** et de **«maintenance».** Ils donnent, pour chaque communication, la période de taxatio
théorique et calculent immédiatement l'erreur de taxation en plus ou en moins. Pour réaliser cette fonction, il est nécessair
d'introduire, au préalable, le plan de taxation national et international.

INFORMATIONS FOURNIES PAR L'IMPRIMANTE.

- La date et l'heure de chaque communication
- Le numéro téléphonique appelé
- Le temps de conversation en départ ou en arrivée
- Le nombre de taxes reçues
- Le temps de sonnerie en arrivée
- Le temps de faux Appel
- Le temps d'occupation si la communication n'aboutit pas à une conversation
- La période de taxation théorique
- Les erreurs de taxation pendant une conversation départ
- Les taxes erronées hors du temps de conversation
- L'indication de communication en tarif normal, réduit ou à cheval sur un changement de tarif
- L'indication si la 1ere taxe est arrivée avant 1/10e du palier de taxe

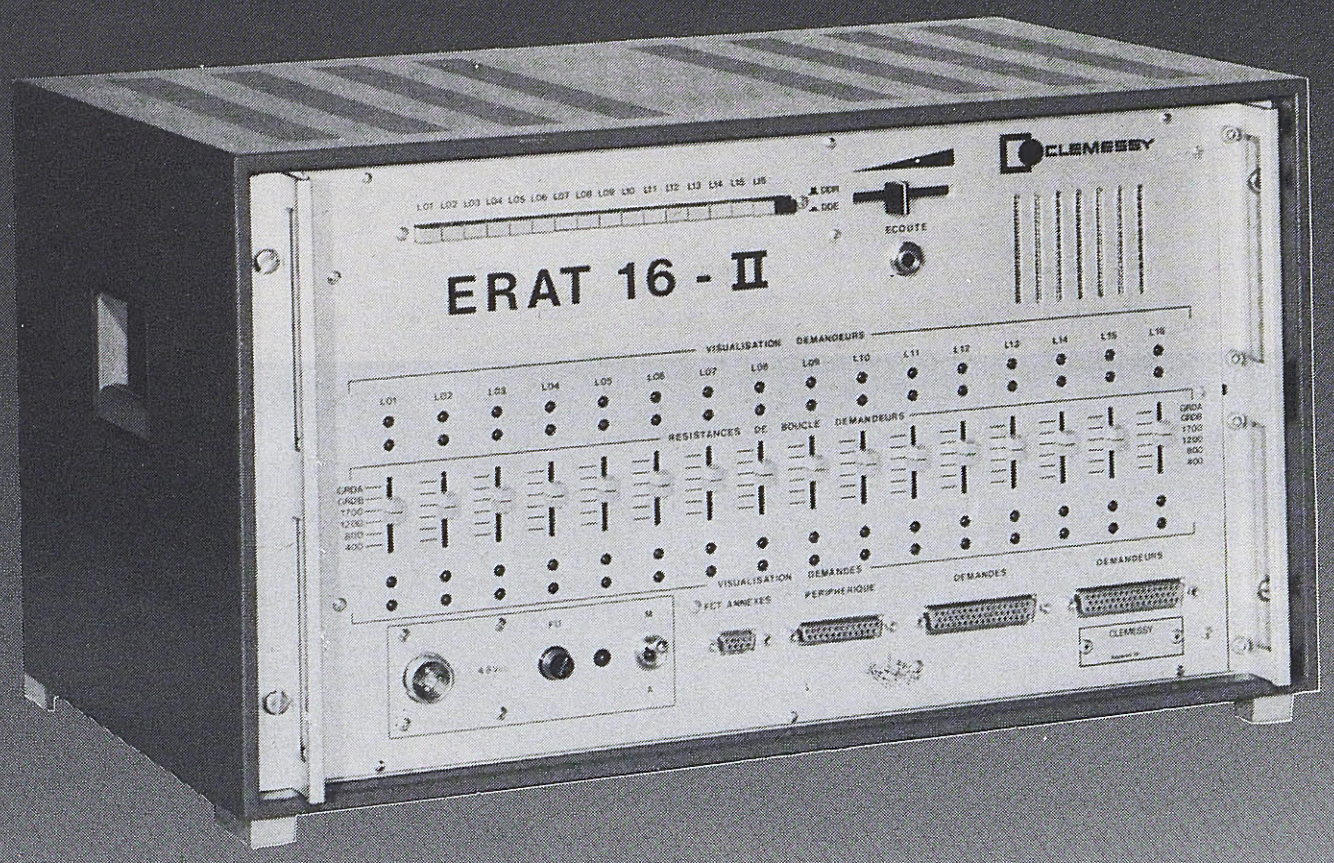
MATTA 8 et MATTA 16 fournissent d'autre part un tableau récapitulatif des résultats et des erreurs de taxation.



CLEMESSY
D. A. I.

CLEMESSY S.A. — SIEGE ET USINES
B.P. 2499 — F-68057 MULHOUSE CEDEX
TEL. 33-89/42.99.42 — TELEX 881723 F

PERTS !



ERAT 16 II

Simulateur d'appels téléphoniques.

Pour contrôler le bon fonctionnement de l'autocommutateur, l'Emetteur-Récepteur d'Appels Téléphoniques abonnés, ERAT 16 II génère et contrôle un trafic téléphonique de 16 communications simultanées (capacité horaire jusqu'à 3000 appels). Un téléimprimeur permet d'effectuer le dialogue et de visualiser les résultats et de détailler les fautes en 24 types.

APPLICATIONS

- Mesure de la qualité de service de l'autocommutateur
- Recherche de dérangements et maintenance
- Essais locaux ou inter-centraux
  - appel des robots internes à l'ERAT 16 II
  - appel des robots d'un ERAT 16 II distant
  - appel d'autres robots

ERAT 16 II représente la 2e génération de ce type d'appareil. La large expérience acquise par CLEMESSY dans la construction des ERAT lui permet une commercialisation à des prix très compétitifs.

Spécialisé dans l'étude et la construction d'appareils de maintenance pour centraux téléphoniques, la Division des Applications en Automatisme et Informatique de Clemessy propose toute une gamme de produits.
Une documentation complète vous sera expédiée sur renvoi du coupon-réponse.

Demande de documentation

Monsieur _____
Fonction _____
Société _____
Adresse _____ Tél. _____

Désire recevoir une documentation sur :
☐ MATTA 8 ET 16 — ☐ ERAT 16 II — ☐ Autres appareils

IUT

Pourquoi choisi

Le système de commutation n
et transmission de données résou
Il est disponible

r le FEDEX-100

umérique Fujitsu pour télex
d tous vos problèmes du futur.
aujourd'hui!

Le système de commutation numérique FEDEX-100 pour télex et transmission de données représente pour vous ce qu'il y a de mieux parmi les techniques de pointe de la commutation. Mis au point par Fujitsu, principal constructeur d'ordinateurs du Japon et l'une des sociétés industrielles de télécommunications les plus réputées du monde, le FEDEX-100 repose sur les technologies les plus récentes en matière de commutation et d'ordinateurs. Il peut satisfaire aux exigences présentes et futures de votre réseau mieux que tout autre système. Voici pourquoi:

COMMUTATION D'AVANT-GARDE

Le dispositif de commutation temporelle du FEDEX-100 utilise une méthode d'échantillonnage perfectionnée qui procure de nombreux et importants avantages tels que des communications exemptes de distorsion, des temps de transfert réduits, une plus grande marge de réception, et un grand nombre d'autres atouts.

ABONDANCE DE POSSIBILITÉS DE SERVICE

Le FEDEX-100 permet d'accomplir une vaste gamme de fonctions de service, y compris les plus sophistiquées telles qu'enregistrement et retransmission, conversion de rapidité et de code, appels à destinations multiples, et communications de conférence. Avec ces fonctions, et d'autres encore, le système répondra non seulement à tous vos besoins actuels en matière de commutation, mais aussi à toutes vos exigences nouvelles et diverses pendant de nombreuses années.

EXPLOITATION ET MAINTENANCE AISÉES

Nous avons conçu le FEDEX-100 en ayant pour but la facilité d'exploitation et de maintenance. Vous pouvez introduire toutes les instructions à l'aide d'un clavier télétype ou par bande perforée. Des vérifications automatiques assurent que les données fournies sont exemptes d'erreurs. Des dispositifs d'alarme, d'indication et de commande conçus en vue de la plus efficace communication entre l'homme et la machine font également partie de l'installation.

FIABILITÉ EXCEPTIONNELLE

Le FEDEX-100 a été conçu et fabriqué pour durer. L'utilisation généreuse de dispositifs semi-conducteurs perfectionnés, dont beaucoup sont des exclusivités Fujitsu, ainsi que la redondance qui atteint pratiquement 100% dans les circuits de communication vous garantissent la plus grande fiabilité. En outre, un dispositif très complet de détection des défaillances simplifie les opérations de maintenance plus que jamais auparavant.

CONSTRUCTION MODULAIRE

La conception modulaire du FEDEX-100 vous permet d'acquérir, pour commencer, une petite installation qui pourra ensuite s'agrandir autant que vous le voudrez, jusqu'à une capacité de traitement de 48 000 lignes. Vous maintenez les coûts au minimum en ne payant qu'en fonction de l'expansion. De plus, l'encombrement et la consommation d'énergie sont également réduits grâce à la technologie de pointe des semi-conducteurs utilisés dans l'ensemble du FEDEX-100.

EXPLOITATION EFFICACE

L'utilisation de circuits LSI, la conception modulaire, la redondance très poussée et l'option des concentrateurs de lignes à distance sont toutes des caractéristiques qui contribuent à vous offrir la meilleure efficacité d'exploitation possible. Cela signifie qu'en exploitant un FEDEX-100 vous économiserez de l'argent tout en fournissant à vos abonnés des services dont ils n'auraient même pas rêvé.

Le FEDEX-100 de Fujitsu – le systèrne de cornrnutation numérique pour télex et données de demain, disponible aujourd'hui!

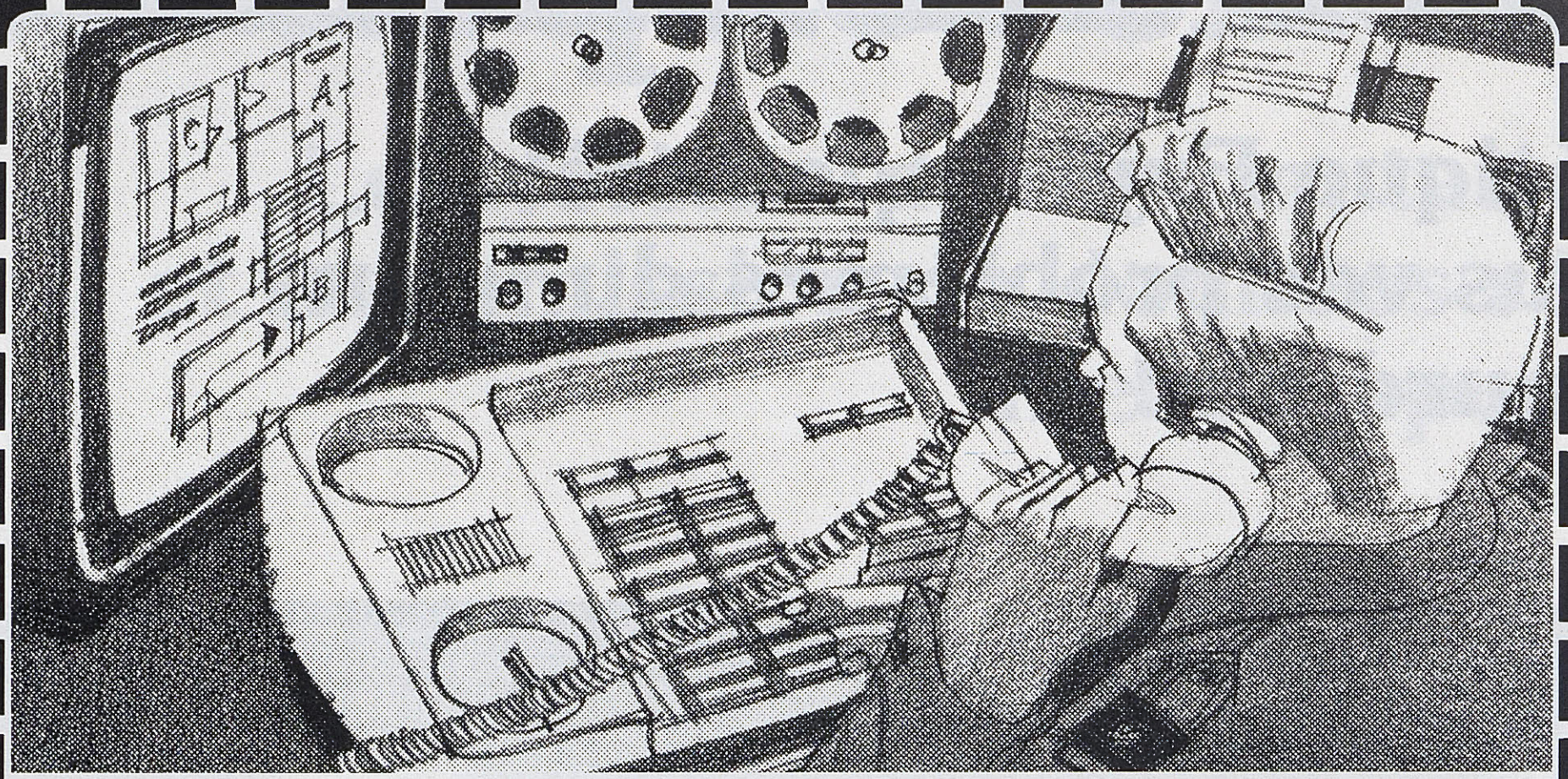
Pour de plus amples renseignements, écrivez à Fujitsu, sans tarder.

DIGITAL NETWORKS

FUJITSU

Fujitsu Limited: 6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100, Japon Téléphone: 03-216-3211, Télex: J22833

Principaux Produits • Systèmes Commutateurs • Systèmes à Courants Porteurs et de Radiocommunication • Systèmes d'Ordinateurs • Systèmes de Transmission de Données • Semiconducteurs • Composants Electroniques



Si vous cherchez le système d'alarme ou de mobilisation qui fonctionne à coup sûr au moment voulu: envoyez ce coupon à Autophon.

J'aimerais savoir pourquoi ceux qui utilisent les installations de transmission d'alarmes Autophon ont toujours l'esprit tranquille:

☐ Veuillez m'envoyer tous les détails sur le système de transmission d'alarmes TUS à superposition de signaux sur les lignes téléphoniques.

☐ Faites-moi connaître tous les avantages du système SMT qui permet de mobiliser des équipes d'intervention ou des personnes au moyen de lignes téléphoniques, même si celles-ci sont occupées.

☐ C'est le système combiné TUS/SMT qui m'intéresse. Faites-moi parvenir la documentation.

Nom: Maison:

Rue: Téléphone:

NP: Lieu:

JT.

A envoyer à Autophon SA, Département Exportation, Steinstrasse 21, CH-8036 Zurich/Suisse

ADVICO

Succursales à Paris, Strasbourg, Lyon.
Représentation générale d'Autophon SA en Suisse romande: Téléphonie SA à Lausanne, Sion, Genève

AUTOPHON

Recevoir ou transmettre des informations,
être vu ou entendu, entrer en liaison avec ou sans fil, signaler, surveiller ou être prêt à l'action:
il y a toujours une solution Autophon.

COMMUTATEURS MANUELS
– une solution en zones rurales

- **Voulez-vous offrir la téléphonie aux habitants d'un village rural?**
- **Avez-vous des difficultés pour trouver du personnel technique qualifié?**
- **Avez-vous habituellement des lignes longues et mal isolées?**
- **Avez-vous besoin d'un système que n'importe qui peut installer, exploiter et entretenir?**
- **Voulez-vouz une opératrice qui aide les usagers et qui utilise vos lignes interurbaines au maximum?**
- **Avez-vous des problèmes de réseau électrique?**
- **Avez-vous besoin d'une solution à prix bas?**

Si vous répondez oui à toutes ces questions, ne soyez pas surpris. Nombreux ceux qui ont le même problème, et ils achètent les commutateurs à batterie locale MODERNES d'ERICSSON.

COMMUTATEUR À BATTERIE LOCALE MODERNE DE LM ERICSSON POUR 10 À 240 LIGNES.

- Compact, peu encombrant et moderne avec tous les équipements logés à l'intérieur d'un coffret modèle de table.
- Moyens d'acheminement et facilités d'opératrice très évolués.

ERICSSON

Telefonaktiebolaget LM Ericsson, Division des Centraux Téléphoniques, S-126 25 Stockholm, Suède

40 optical cables from the

NKF range

Of course, only 6 are shown, but covering at least 40 applications in many industries.

Why so few cables for so many applications?

Simple.

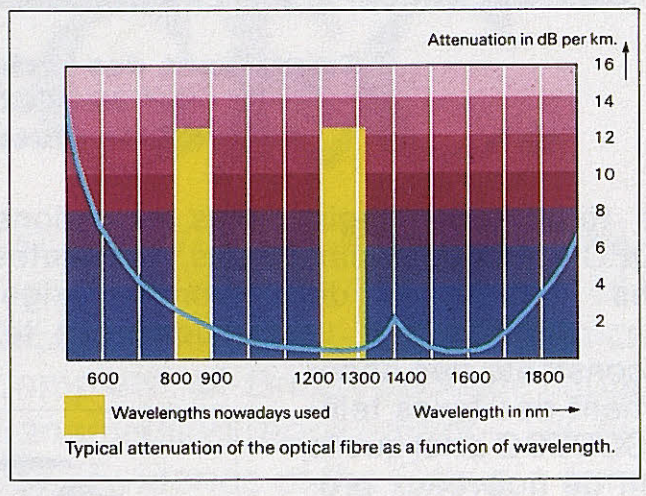
They have all the same principle of loose tube fibre protection, so we can offer higher quality through specialization.

We use a glass fibre which is manufactured by the unique Philips PCVD process. It's internationally acknowledged as one of the best in the world.

And we use every one of our 70 years experience in cable manufacture.

Whether your requirements are for metal free or steel core cables, for direct buried, duct or aerial cables, for hybrid or pure fibre cables, regardless the number of fibres, – whatever your needs are – NKF will deliver to your specification, and give you the same unbeatable quality.

We'll install under any conditions you can think of, still giving you years of trouble-free operation and performance figures less than 3 dB/km attenuation and over 1 GHz bandwith over 1 km at 850 nm and less than 1 dB/km at 1300 and 1600 nm.



Typical attenuation of the optical fibre as a function of wavelength.

NKF

Member of the Philips group of companies.

We simply connect people

NKF Telecommunication Cable Systems, P.O. Box 85, 2740 AB Waddinxveen, the Netherlands, phone +3118288122, telex 20585 nkft nl.

En utilisant des technologies d'avant-garde, SODECO participe à l'évolution future de la téléphonie.

A l'affût de toute technologie nouvelle, SODECO met au point aujourd'hui les installations de demain.

L'évolution constante des appareils de traitement des taxes téléphoniques de SODECO ainsi que le développement de nouveaux produits en sont la preuve.

Et la carte holographique prépayée (une technique exclusive de SODECO) remplace aujourd'hui déjà la monnaie dans certaines stations publiques.

C'est ainsi que nous préparons l'avenir de la téléphonie.

Les stations téléphoniques à prépaiement de SODECO, stations simples ou stations à fonctions multiples, ont toutes été développées selon les exigences des administrations des télécommunications.

Station téléphonique PHONOCARD fonctionnant avec cartes prépayées

Dans de nombreux pays, en Europe et dans le monde entier.

Quant au programme SODECO d'appareils de traitement des taxes téléphoniques, il répond aussi bien aux besoins des abonnés qu'à ceux des PTT. Du simple compteur de taxes aux installations électroniques munies de dispositifs d'impression, nos appareils enregistrent le coût et, selon les modèles, ils permettent de contrôler, répartir, refacturer les frais de téléphone.

Les appareils SODECO s'adaptent à la plupart des réseaux téléphoniques existants, et sont utilisés dans plus de 30 pays.

SODECO-SAIA S.A. Grand-Pré 70 CH-1211 Genève 16 (Suisse) Tél. 022/33 55 00 Télex 22 333
Une société du groupe Landis & Gyr représentée dans le monde entier.

LANDIS & GYR
SODECO

In this age of grandiose names, we call ourselves GEC Optical Fibres... because we sell optical fibres

and because we are GEC.

At the risk of sounding a little obvious, we've always believed it makes more sense to tell our customers from the very outset who we are and what we make. That's why we changed our name from London Electric Wire (the Company made electric wires as long ago as 1879) to GEC Optical Fibres.

And if this recent change makes us sound like one of the 'newer boys' in the fibre business, let's put that ghost to rest as well. We took up the processes that GEC Hirst Research Centre began developing 12 years ago, to become the GEC Group's total Production Unit for Optical Fibres.

Today, we make and sell one of the most comprehensive range of fibres in the world. Graded Index Low Loss or Step Index. Plastic-Clad and Double Crucible. Multimode and Monomode. You can order from us a single reel of fibre. Or, through GEC, a total optical communications system; a complete, all-British package capable of meeting any transmission requirement – UK or overseas.

Evidence of the Group's complete capability in optics – and its commitment to this growing technology – lies in our extensive contribution to British Telecom's vast new telecommunications network. In this project alone, we've contributed many thousands of kilometres of high-performance, low-loss fibre.

If you feel we can be of help on any optical communication project or problem, contact us.

We're keen to live up to our name.

GEC OPTICAL FIBRES

GEC Optical Fibres, 210 Church Road, Leyton E10 7JH.
Telephone: 01-539 3636 Telex: 23750

Looking at Fibre Optics?

Then look at STC.

The technology involved in STC's current contracts for the installation of optical systems is laying the foundation for the networks of the 21st century.

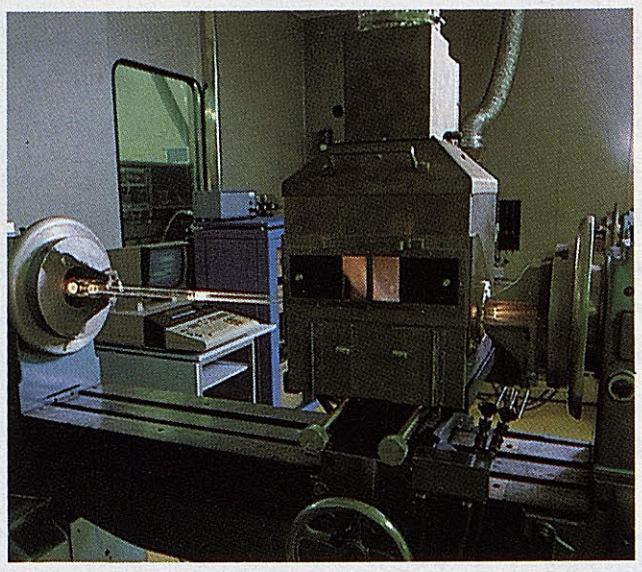
Today, subscribers are benefiting from the elimination of crosstalk and electrical interference. Business users are moving towards integrated voice and data networks. Administrations are benefiting from lower costs, easier cable installation and system maintenance.

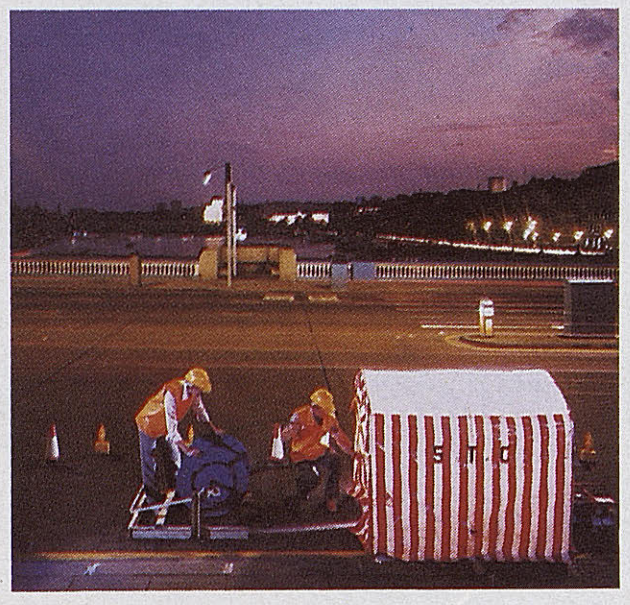
STC – the clear choice

Optical systems will play a major role in future transmission networks and British Telecom, recognising the value of optical communications, has placed major orders for optical fibre systems for the UK telecommunications network. So far 52 STC systems are planned for 19 routes throughout the UK, using 5000 km of optical fibre. STC will also be supplying Britain's first commercial monomode cable link. For the 27 km route no intermediate regenerators will be required.

Systems Capability

In 1966, two STC scientists conceived the principle of optical

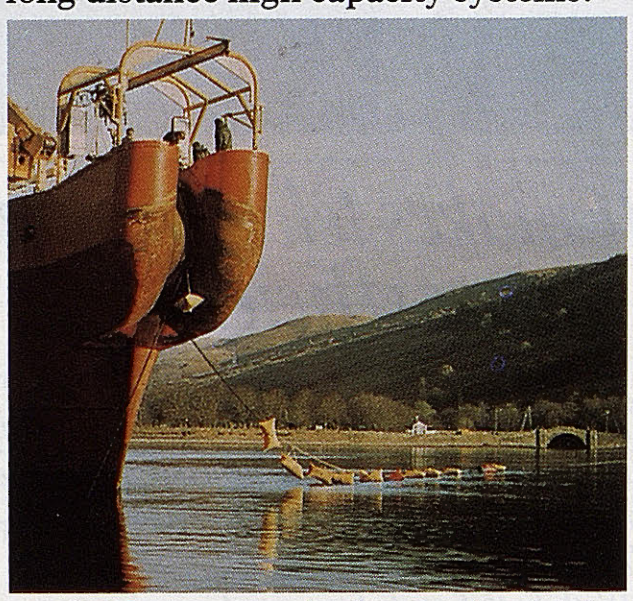




communication, and since then STC has directed its considerable resources to developing a comprehensive capability in this new technology. For a wide range of applications, STC manufactures optical fibres, and cables, optical sources, detectors, connectors, line terminals and regenerators, and optical test sets. STC also offers turnkey project management, including systems planning, installation, test and commissioning services and customer engineer training.

Landline and Submarine Systems

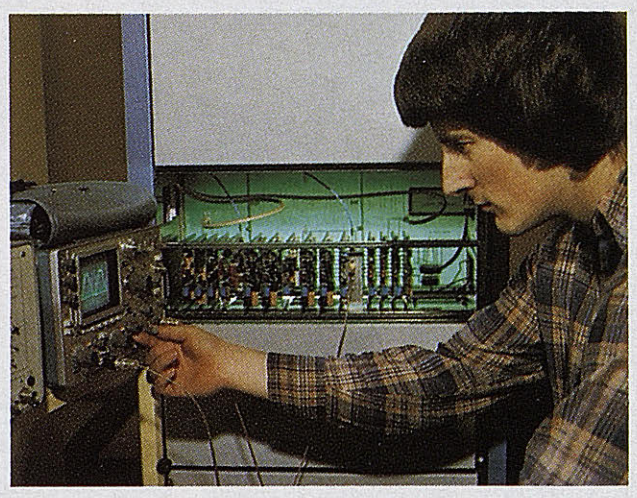
STC supplies complete optical landline systems for the trunk and junction areas compatible with established CCITT digital transmission hierachy currently used in the world's communication networks. These range from local low bit rate systems to long distance high capacity systems.



STC is currently developing high capacity systems for submarine applications, and has already laid a trial optical system in deep water off the North West Coast of Scotland. A six-fibre cable was laid and tests have shown that the tube containing the fibres can withstand pressures of 100,000 kilonewtons.

Planning for the future

Optical fibre technology is advancing so rapidly that many new applications will soon be possible. STC, using its major research and development facilities, is conducting advanced research into a number of areas including longwavelength systems, analogue systems, direct transducers, integrated optics and wavelength multiplexing.



STC are planning for future demand by updating traditional products and developing new ones which will serve the customer and industry better.

For more detailed information on how STC's telecommunications systems can help you improve network and subscriber service, complete the coupon or attach it to your letterhead.

To: STC, Dept 810,
190 Strand, London WC2R 1DU,
England. Telex: 22385

Please send more information about STC's leadership in optical communications systems.

Name _____

Position _____

Company _____

_____

Address _____

_____

_____

Standard Telephones and Cables plc

TJ2/82

STC. We help people communicate.

StarSet.® It makes telecommunications... and business...more efficient.

*And we can prove it.**

In today's business climate, maximum efficiency is vital. The StarSet ultra-lightweight headset from Plantronics can increase business efficiency up to 43 percent quickly and easily—wherever the telephone plays a substantial role in business.

With both hands free, work continues smoothly and with unmatched freedom. StarSet's Quick-Disconnect automatically holds calls on-line when you leave the phone temporarily. And the ultra-light StarSet delivers clear conversation—comfortably and conveniently.

Hands-free communication, increased mobility

Because StarSet is made by Plantronics, known worldwide as "the headset company," you can depend on StarSet quality—quality that's made Plantronics headsets the communications choice for every manned American space mission from Mercury through the Space Shuttle.

Proven dependability

Sold by major distributors of quality telecommunications equipment, StarSet is available for quick delivery—anywhere. And service is always nearby.

Worldwide support

StarSet makes increased efficiency easy, economical and comfortable.

PLANTRONICS S.A.

Altschloss—Strasse 23, CH-8805 Richterswil, Switzerland
Telex: 875767 (PSAZ-CH). Telephone: (01) 784-66-88.

*Independent research conducted by H.B. Maynard and Company, Inc.

Sommaire

VOLUME 49 - N° II
FÉVRIER 1982

Journal télégraphique (1869-1933)
58 volumes publiés
Journal des télécommunications
(depuis 1934)
49e volume

© UIT 1982

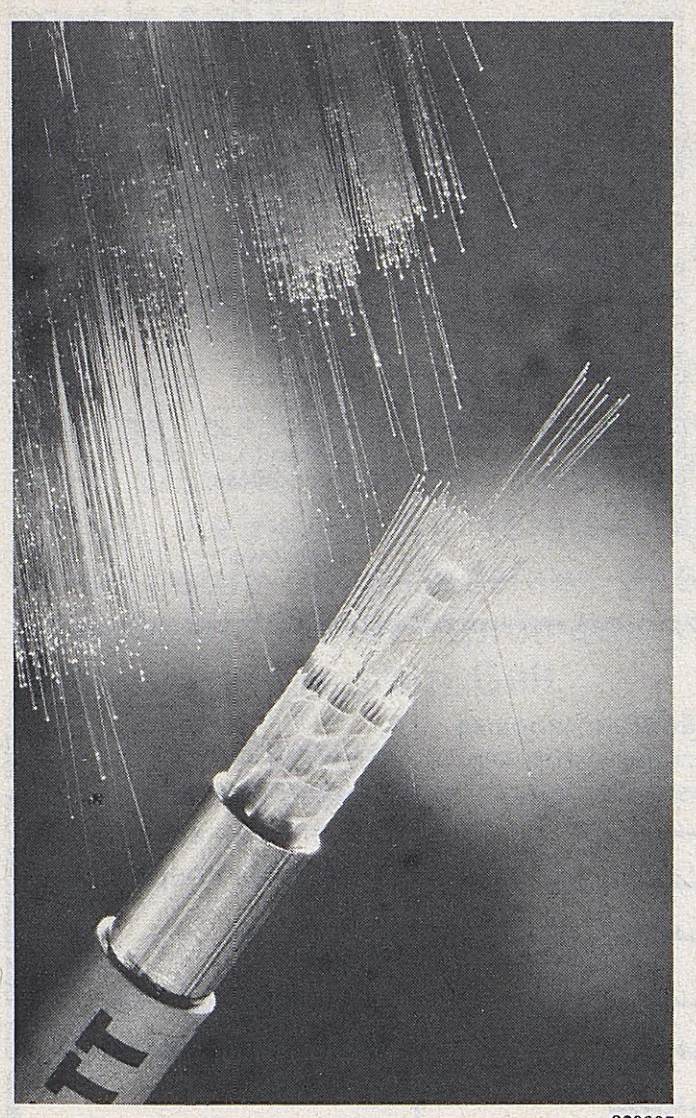
Publié chaque mois en éditions séparées française, anglaise et espagnole par l'Union internationale des télécommunications (UIT)

Tout manuscrit devant faire l'objet d'une publication dans le « Journal des télécommunications » doit être remis à la Rédaction 45 jours au moins avant sa date de parution.

NOTE
Les opinions exprimées dans les articles du *Journal des télécommunications* sont personnelles à leurs auteurs et ne permettent pas de préjuger celles de l'Union.

La reproduction d'extraits de cette revue est autorisée si elle s'accompagne de la mention: *Journal des télécommunications de l'UIT.*

La mention de firmes et de produits commerciaux n'implique pas que ceux-ci sont agréés ou recommandés par l'UIT de préférence à d'autres.



820007

Couverture:

Câble à 70 fibres optiques, conçu et réalisé par LTT, filiale de Thomson-CSF (LTT)

Page

Editorial
■ Du projet... à la réalisation... 63

Activités de l'Union 64

Conférences ou réunions extérieures à l'UIT 71

Nécrologie 72

Le photophone de Bell 73

Année mondiale des communications 77

Projets et réalisations
■ Le nouveau Règlement des radiocommunications 80
■ Autriche: 100e anniversaire du service téléphonique 81

Cinémathèque de l'UIT 82

« Fibres optiques » — 2e partie *(sommaire)* 83

Nouvelles 132

Equipements nouveaux 136

Revue des revues 139

Livres 142

Appels d'offres
■ Tunisie 144

Indices fondamentaux de la propagation ionosphérique 144

Informations officielles 145

Publications de l'UIT 147

Numéro spécial « Fibres optiques » *(prix: 15 fr.s.)*

PHOTOGRAPHIES

Le numéro à six chiffres figurant au-dessous de chaque reproduction photographique correspond à son numéro de référence à la Photothèque de l'UIT.

ABONNEMENTS

Editions séparées en trois langues: anglais, français, espagnol. Abonnement, par poste ordinaire: une langue 75 francs suisses par an; deux langues, 150 fr.s. par an; trois langues, 225 fr.s. par an. Le numéro isolé 7,50 fr.s. Tarif spécial pour envoi par avion. Les modes de paiement sont indiqués à la dernière page du *Journal*. Pour tous renseignements, s'adresser à la Rédaction: Place des Nations, CH-1211 GENÈVE 20 (Suisse). Téléphone: national (022) 99 51 11; international +41 22 99 51 11. Adresse télégraphique: BURINTERNA GENÈVE. Télex: 421 000 uit ch.

Les abonnements peuvent être souscrits directement dans les bureaux de poste des pays suivants: Algérie, Allemagne (République fédérale d'), Autriche, Belgique, Chine, Danemark, Finlande, France, Italie, Luxembourg, Maroc, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Suède, Tunisie, Vatican.

PUBLICITÉ

Exclusivité: La Presse Technique SA, 1-3, rue du Vieux-Billard, Case postale 108, CH-1211 GENÈVE 4 (Suisse). Téléphone: national (022) 21 92 26; international +41 22 21 92 26. Adresse télégraphique: PRESSTEC GENÈVE. Télex: 28456 ptsa ch.

Tarifs: noir et blanc: 1 page 2500 fr.s., ½ page 1350 fr.s., ¼ de page 775 fr.s., rabais selon quantité; suppléments pour couleur et emplacement préférentiel.

Correspondants nationaux du Journal des télécommunications

Belgique
Régie des télégraphes et des téléphones
J. Van Ursel

Canada
Ministère des Communications
C. Bain

Réseau téléphonique transcanadien (RTT)
D. H. Orr

Chili
Administración Chilena de Telecomunicaciones
E. Saavedra

El Salvador
Administración Nacional de Telecomunicaciones (ANTEL)
G. Machón Paz

Equateur
Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones (IETEL)
J. Cabrera Ochoa

Guinée
Ministère des Postes et Télécommunications
Comité national de coordination des télécommunications
M. Saliou Diallo

Haute-Volta
Office des postes et télécommunications
S. Kiemtore

Honduras
Empresa Hondureña de Telecomunicaciones (HONDUTEL)
A. Bustillo Pon

Irlande
Department of Posts and Telegraphs
D. Lawlor

Mexique
Dirección General de Telecomunicaciones
Departamento de Estadistica y Publicaciones
C. A. Merchán

Norvège
Norwegian Telecommunications Administration
A. Bøe

Pérou
Dirección General de Comunicaciones
M. Antuñano Diaz

Qatar
Ministry of Communications and Transport
Telecommunication Department

Royaume-Uni
British Telecom
M. J. L. Margetts

Sao Tomé-et-Principe
Dirrecção dos Correios e Telecomunicações
T. do Rosário Araújo

Sénégal
Office des postes et télécommunications
M. Boye

Suède
Central Administration of Swedish Telecommunications
Press Service
A.-C. Andersson (Mme)

Thaïlande
Post and Telegraph Department
K. Yupho

Tunisie
Ministère des Transports et Communications
M. Amara

Viet Nam
Direction générale des postes et télécommunications
N. Minh Chi

LISTE DES PAYS MEMBRES DE L'UIT (au 15 février 1982)

Afghanistan
Albanie
Algérie
Allemagne (République fédérale d')
Angola
Arabie Saoudite
Argentine
Australie
Autriche
Bahamas
Bahreïn
Bangladesh
Barbade
Belgique
Belize
Bénin
Biélorussie
Birmanie
Bolivie
Botswana
Brésil
Bulgarie
Burundi
Cameroun
Canada
Cap-Vert
Centrafricaine (République)
Chili
Chine
Chypre
Colombie
Comores
Congo
Corée (République de)
Costa Rica
Côte d'Ivoire
Cuba
Danemark
Djibouti
Dominicaine (République)
Egypte
El Salvador
Emirats Arabes Unis
Equateur
Espagne
Etats-Unis
Ethiopie
Fidji
Finlande
France
Gabon
Gambie
Ghana
Grèce
Grenade
Guatemala
Guinée
Guinée-Bissau
Guinée équatoriale
Guyane
Haïti
Haute-Volta
Honduras
Hongrie
Inde
Indonésie
Iran
Iraq
Irlande
Islande
Israël
Italie
Jamaïque
Japon
Jordanie
Kampuchea Démocratique
Kenya
Koweït
Lao (R.D.P.)
Lesotho
Liban
Libéria
Libye
Liechtenstein
Luxembourg
Madagascar
Malaisie
Malawi
Maldives
Mali
Malte
Maroc
Maurice
Mauritanie
Mexique
Monaco
Mongolie
Mozambique
Nauru
Népal
Nicaragua
Niger
Nigeria
Norvège
Nouvelle-Zélande
Oman
Ouganda
Pakistan
Panama
Papua-Nouvelle-Guinée
Paraguay
Pays-Bas
Pérou
Philippines
Pologne
Portugal
Qatar
République Démocratique Allemande
République Populaire Démocratique de Corée
Roumanie
Royaume-Uni
Rwanda
Saint-Marin
Sao Tomé-et-Principe
Sénégal
Sierra Leone
Singapour
Somalie
Soudan
Sri Lanka
Sudafricaine (République)
Suède
Suisse
Suriname
Swaziland
Syrie
Tanzanie
Tchad
Tchécoslovaquie
Thaïlande
Togo
Tonga
Trinité et Tobago
Tunisie
Turquie
Ukraine
URSS
Uruguay
Vatican
Venezuela
Viet Nam
Yémen (R.A.)
Yémen (R.D.P. du)
Yougoslavie
Zaïre
Zambie
Zimbabwe

Je souscris _____ abonnement(s) d'un an au **Journal des télécommunications,** édition française

Administration / Organisation / Compagnie / Nom :

16 1 — 17 — 49

Adresse :

16 2 — 17 — 49

Signature . . . . . .

les commandes et les chèques doivent être envoyés à l'adresse ci-après:

Union internationale des télécommunications

Place des Nations
CH-1211 Genève 20
(Suisse)

Du projet ... à la réalisation ...

Il y a plus de 100 ans, le *Journal télégraphique** publiait un article consacré au « photophone » d'Alexander Graham Bell. Dans les extraits de cet article qu'on trouvera à la page 73 du présent numéro, il est intéressant de relever que l'auteur avait non seulement émis l'idée d'un téléphone associé à une onde lumineuse comme support de transmission, mais avait évoqué également la possibilité d'une transmission électrique de l'image. Pour reprendre les mots de l'auteur, il s'agissait de « faire pour la vue ce que le téléphone avait fait pour le son ».

Bell a pu faire la démonstration du fonctionnement d'un modèle de son photophone, mais il a fallu attendre une centaine d'années pour voir la réalisation pratique de la communication par ondes lumineuses.

Il en est de même pour la transmission de l'image. Si les premiers systèmes expérimentaux étaient réalisés vers la fin des années 1930, l'« invasion » télévisuelle n'a eu lieu qu'au cours de la décennie des années 1950, soit plus de 70 ans après que le principe en fût énoncé par Graham Bell.

La modulation par impulsions et codage (MIC) est une autre idée brillante qui a dû attendre de nombreuses années avant de trouver son application pratique. Le principe en fut énoncé en 1938 par Alec H. Reeves, mais la MIC dut attendre l'invention du transistor, suivie de la mise au point des circuits intégrés, pour pouvoir entrer dans le domaine des réalisations pratiques.

Dans tous les cas, toute idée nouvelle, aussi brillante soit-elle, doit attendre un long processus de mise au point avant qu'une technique pratique la mettant au service du public puisse être élaborée.

Ce deuxième numéro spécial consacré à l'application pratique de la technique des fibres optiques dans le réseau de télécommunications, marque donc la concrétisation d'une idée vieille de 100 ans.

Comme il l'a toujours fait depuis sa création, il y a 112 ans, le *Journal des télécommunications* entend jouer le rôle de tribune pour l'exposé des idées nouvelles et la description des modalités de leur réalisation pratique.

M. MILI

* De 1868 à 1932, le *Journal des télécommunications,* publié uniquement en français, s'appelait le *Journal télégraphique.*

Activités de l'Union

Vingt-cinq pays signent un Accord régional pour le service de radiodiffusion à ondes hectométriques dans la Région 2

La Conférence administrative régionale de radiodiffusion à ondes hectométriques (Région 2 — Amériques) a achevé ses travaux le 19 décembre 1981 avec la signature d'un Accord par les représentants de 25 pays. Cet Accord doit être soumis à l'approbation des autorités compétentes de ces pays et tous les autres pays de la Région — qui comprend les pays de l'Amérique du Nord, de l'Amérique centrale et de l'Amérique latine ainsi que ceux de la région des Caraïbes — peuvent y adhérer.

Un compte rendu de cette conférence sera publié dans un prochain numéro du *Journal des télécommunications.*

La conférence a tenu deux sessions officielles:

La première à Buenos Aires (mars 1980), qui était chargée de préparer les critères techniques utilisés pour la planification dans la bande à ondes hectométriques intéressée (535-1605 kHz) du spectre des fréquences radioélectriques et d'établir les paramètres techniques correspondants (voir le *Journal des télécommunications*, vol. **47**, n° *VII,* pages 434-435, juillet 1980).

La seconde à Rio de Janeiro (9 novembre-19 décembre 1981), qui avait pour tâche d'élaborer un Accord, un Plan d'assignation des fréquences ainsi que les dispositions associées en vue de la planification et de l'exploitation futures des stations de radiodiffusion à ondes hectométriques dans l'ensemble de la Région.

La conférence était présidée par M. Romulo Furtado, secrétaire général des Communications au ministère des Communications du Brésil.

Lors de l'allocution qu'il a prononcée à la séance de clôture, M. Furtado a souligné l'importance des résultats de la conférence qui marquent d'une empreinte décisive l'histoire de la radiodiffusion à ondes hectométriques dans toute la Région. Pour la première fois, a-t-il dit, il existe un fondement juridique reconnu sur le plan international en vue de la planification et de l'exploitation des services de radiodiffusion à ondes hectométriques dans la Région. Des dispositions en matière de procédure ont aussi été adoptées pour permettre le développement futur des services compatibles avec les besoins des différents pays.

L'Accord et le Plan doivent être revus, au plus tard en 1988, à une conférence administrative régionale au cours de laquelle on poursuivra la planification de services dans la bande 1605-1705 kHz. Cette bande supplémentaire a été attribuée à la radiodiffusion sur la base d'un calendrier échelonné par la Conférence administrative mondiale des radiocommunications en 1979.

Entre la première et la seconde session, des études ont été menées par l'IFRB, avec l'assistance d'un groupe d'experts constitué par la première session, sur les besoins en matière de services présentés par tous les pays.

En outre, l'IFRB était chargé de mettre au point et d'adapter des programmes d'ordinateur pour répondre aux besoins de la conférence, parmi lesquels figuraient notamment l'accès direct aux moyens informatiques de l'UIT à Genève, ainsi qu'un soutien informatique important assuré par l'*Empresa Brasileira de Telecomunicações SA* (EMBRATEL) et divers mini-ordinateurs à la conférence.

Vingt-six pays ont participé à la conférence, la délégation cubaine s'étant, sur les instructions de son gouvernement, retirée au début de la sixième semaine. Le Plan tient compte des besoins présentés par tous les pays de la Région, y compris 12 pays qui n'ont pas participé à la conférence. Ces pays ont été incités à se conformer au Plan et à ses dispositions connexes et on prévoit d'engager des discussions bilatérales ultérieurement en 1982 sur les incompatibilités éventuelles.

Visite du secrétaire général de l'UIT au Chili

Répondant à une invitation officielle du gouvernement du Chili, M. M. Mili, secrétaire général de l'UIT, a effectué une visite dans ce pays du 4 au 7 novembre 1981 et a eu des entretiens avec plusieurs autorités gouvernementales. Au cours de cette visite, un arrangement administratif a été signé par le ministre des Transports et Télécommunications, le général de brigade aérienne Caupolican Boisset Mújica, et M. Mili, concernant un programme de coopération technique que l'UIT a été chargée de mettre en œuvre dans ce pays.

Ce programme comprend, en particulier, des domaines d'activité tels que la gestion des fréquences radioélectriques, le service mobile maritime, la planification des réseaux, l'expansion du service téléphonique dans les zones rurales, les communications par satellite et la formation professionnelle.

820008

Signature de l'accord de coopération technique entre l'UIT et le gouvernement du Chili: (à gauche) M. M. Mili, secrétaire général de l'UIT; (à droite) le général de brigade aérienne Caupolicán Boisset Mújica, ministre des Transports et Télécommunications. Debout, derrière M. Mili, se trouve le chef de la Division Amériques du Département de la coopération technique de l'UIT, M. P. Bronzini

Nouvelles du CCITT

Réunion de la Commission d'études mixte CMBD

La Commission d'études mixte CMBD (Bruit de circuit et disponibilité — Commission mixte CCITT/CCIR) a tenu sa première réunion de la période d'études 1981-1984 à Genève, du 25 au 27 mai 1981, sous la présidence de M. A. P. Bolle (Pays-Bas), rapporteur principal, assisté par M. N. Ohyama (Japon), vice-rapporteur principal.

1. Introduction

Comme à l'accoutumée, la tâche de la CMBD a été répartie entre deux groupes de travail permanents créés au cours de la précédente période d'études. Le Groupe de travail A s'occupe des questions de bruit de circuit (Questions 1, 3, 4, 5, 7, 11 et 12/CMBD). M. F. J. Hofman (Pays-Bas) a été désigné comme président de ce groupe de travail, en remplacement de M. C. Bakker (Pays-Bas). Comme par le passé, le Groupe de travail B, chargé des questions de disponibilité et de fiabilité (Questions 2, 6, 8, 9 et 10/CMBD) était présidé par M. Ohyama.

2. Généralités

La VII[e] Assemblée plénière du CCITT n'a pas donné suite à la proposition tendant à ce que la CMBD étudie de nouvelles questions concernant les circuits fictifs de référence pour les systèmes numériques avec des critères appropriés touchant le taux d'erreur sur les bits, etc. La CMBD doit s'en tenir aux systèmes analogiques. Alors que la plupart des administrations, sinon toutes, commencent à mettre en place des systèmes numériques, pratiquement aucun progrès n'a été enregistré dans le domaine des techniques analogiques. En conséquence, les administrations s'intéressent beaucoup moins à ces techniques, ce qui a bien évidemment une incidence sur les travaux de la CMBD. Celle-ci a estimé que la présente période d'études pouvait bien être la dernière, en ce qui concerne les questions de bruit tout au moins. Quoi qu'il en soit, le Groupe de travail A devrait mener à bien ses travaux.

3. Groupe de travail A

Aucune contribution n'a été reçue pour les Questions 1 et 3/CMBD (Mesures de la charge réelle; Mesure de la marge de puissance utilisable dans les amplificateurs et systèmes de transmission à large bande). Pour ce qui est de la Question 4/CMBD (Modèles mathématiques pour le calcul de la charge comprenant des signaux non téléphoniques), il est apparu clairement que tous les modèles mathématiques présentés jusqu'à présent aboutissent à des résultats quasiment identiques, et qu'ils sont conformes aux mesures effectuées dans la pratique. Il a semblé impossible, en l'état actuel des choses, de recommander un seul et unique modèle mathématique.

A propos de la Question 5/CMBD (Contrôle de la charge réelle de systèmes MRF comprenant des signaux non téléphoniques), une intéressante contribution a été reçue concernant la proportion de voies à charge autre que téléphonique sur les porteuses INTELSAT. Il a été possible d'inférer de ces chiffres qu'il est essentiel de maintenir le niveau des signaux non téléphoniques dans les limites attribuées aux signaux de parole. Les commissions d'études s'intéressant aux signaux non téléphoniques (signaux de données, etc.) devraient en tenir dûment compte. Les travaux relatifs à la Question 7/CMBD (Circuits fictifs de référence et objectifs de bruit correspondants) ont considérablement progressé en ce qui concerne un circuit fictif de référence à 5000 km. En outre, une proposition relative à un circuit de référence de 12 500 km a été examinée et reste à étudier de façon plus approfondie.

En ce qui concerne la Question 11/CMBD (Amélioration des avis relatifs à la mesure du bruit), des fréquences de voies de mesure ont été adoptées pour le système 18 MHz actuellement recommandé. Au sujet de la Question 12/CMBD (Incidence de la modification des quatre clauses de bruit de l'Avis G.222), on notera que l'assemblée plénière n'a pas accepté la proposition de la CMBD tendant à modifier ces clauses. Celle-ci proposait de supprimer la notion de puissance psophométrique moyenne du bruit sur une heure, et de remplacer cette clause par une clause supplémentaire relative à la puissance moyenne calculée sur une minute. Une situation un peu particulière s'est ainsi instaurée, étant donné que le CCIR avait déjà accepté les nouvelles clauses, eu égard à la ferme intention manifestée par la CMBD de faire de même. Après une longue discussion, la CMBD a décidé d'engager la procédure accélérée, afin d'éclaircir la situation avant la prochaine assemblée plénière du CCIR. Le Secrétariat du CCITT a envoyé une circulaire aux administrations concernant le remplacement des quatre clauses de bruit actuelles de l'Avis G.222 par quatre nouvelles clauses.

4. Groupe de travail B

Les rapports présentés par les rapporteurs des différentes commissions d'études pour la fiabilité ont été examinés. Il en est ressorti que certaines commissions d'études envisagent déjà des valeurs spécifiques pour les critères de fiabilité et de disponibilité, même si ce n'est pas de façon uniforme. Il est donc devenu évident que la CMBD devrait donner sans tarder des directives satisfaisantes aux autres commissions d'études non seulement en définissant les notions et les termes relatifs à la fiabilité, à la disponibilité, à la qualité d'écoulement du trafic, aux interruptions, etc., mais aussi en indiquant les critères d'ensemble applicables à ces notions, à l'aide notamment des circuits fictifs de référence.

Les nouvelles Questions 2, 6, 8, 9 et 10/CMBD (Etudes générales relatives à la fiabilité et à la disponibilité; Disponibilité et fiabilité des réseaux locaux; Disponibilité des services de télécommunication; Fiabilité des services de télécommunication, une fois que ces services sont établis; Répartition des objectifs de disponibilité et de fiabilité) offrent un excellent point de départ pour ce travail, outre l'Avis G.106 déjà accepté. Des discussions générales ont porté sur la façon dont se dérouleront les travaux au cours de la présente période d'études. Ces débats ont été très prometteurs en ce qui concerne les résultats escomptés de l'étude des questions.

A. P. B.

*
* *

Réunion du Groupe TEUREM

Le Groupe de tarification pour l'Europe et le Bassin méditerranéen (Groupe TEUREM) s'est réuni à Genève, au siège de l'UIT, du 14 au 18 septembre 1981, sous la présidence de M. W. Jost (Suisse), assisté à la vice-présidence de M. S. Gruszczynski (Pologne).

1. Situation en ce qui concerne l'application des avis régionaux

Au cours de la période d'études 1977-1980, le Groupe TEUREM avait apporté un certain nombre de modifications aux avis régionaux qui relèvent de sa responsabilité (Avis D.300 R à D.310 R), la modification la plus importante ayant pour objet une majoration de la quote-part afférente au prolongement national en services téléphonique et télex. Le Groupe TEUREM a constaté que la mise en application de ces modifications n'avait soulevé aucune difficulté particulière.

2. Programme des études à réaliser

2.1 Lors de ses précédentes études de prix de revient, le Groupe TEUREM était convenu que, compte tenu de l'importance de la charge administrative supplémentaire que représente pour les administrations la préparation des réponses aux différents questionnaires destinés à recueillir les données de base, de telles études ne seraient réalisées que toutes les deux périodes d'études. La dernière étude remontant à la période d'études 1973-1976, le Groupe TEUREM a décidé d'entreprendre, au cours de la période d'études 1981-1984, dans les relations

entre pays d'Europe et du Bassin méditerranéen, une nouvelle étude du prix de revient:

— du service téléphonique (partie internationale),
— du service télex (partie internationale),
— de la partie des réseaux nationaux mis à contribution pour assurer les services ci-dessus (prolongement national),
— du service télégraphique public,
— des transmissions radiophoniques,
— des transmissions télévisuelles.

2.2 Le Groupe TEUREM s'est également demandé s'il ne devait pas étendre les études en question à certaines prestations spécifiques et à certains nouveaux services. La tarification des prestations spécifiques (par exemple, le prolongement sur le continent européen des câbles sous-marins et des liaisons par satellite) sera étudiée dans le cadre des études générales. En ce qui concerne les nouveaux services, le Groupe TEUREM a abouti à la conclusion soit qu'il était prématuré de procéder à une étude de leur prix de revient (vidéotex, télétex), soit que la tarification du service devait être fondée sur les éléments de prix de revient du réseau support (télécopie).

2.3 Le Groupe TEUREM a également décidé de procéder à une étude de prix de revient des circuits de type téléphonique et des transmissions télévisuelles établis par l'intermédiaire de stations terriennes fonctionnant dans le cadre du système par satellite INTELSAT.

3. Mise au point des questionnaires destinés à recueillir les données de base des études de prix de revient

3.1 Dans le but de recueillir les données de base nécessaires à la réalisation des études de prix de revient, le Groupe TEUREM a mis au point cinq questionnaires différents auxquels les administrations sont appelées à répondre. Les données recueillies serviront de base aux études en question.

3.2 La mise au point de ces questionnaires a conduit le Groupe TEUREM à:

a) fixer une *année de référence* pour la détermination des données de base afin que les données fournies par les différentes administrations se rapportent à la même année et soient de ce fait comparables;

b) fixer une *année cible* pour l'actualisation des coûts retenus, les administrations étant invitées à indiquer un pourcentage prévisible annuel de variation des coûts dans leur pays;

c) demander que chaque administration précise le taux utilisé pour la conversion en francs-or des montants fixés en monnaie nationale.

3.3 Les données à fournir en réponse aux questionnaires devront se référer à l'année 1980, désignée comme année de référence.

3.4 Les nouvelles normes de tarification susceptibles d'être retenus au terme des études de prix de revient à effectuer seront mises en application au plus tôt le 1er janvier 1985. Cette dernière considération a conduit le Groupe TEUREM à choisir l'année 1985 (fin de l'année) comme année cible, ce qui entraînera, pour l'opération d'actualisation, l'application d'un coefficient moyen de variation portant sur cinq années.

3.5 Les chiffres à fournir en réponse aux questionnaires doivent être exprimés en francs-or. Afin de vérifier que les chiffres sont vraiment comparables, ou d'essayer de déterminer, en cas de doute, les raisons de distorsions éventuelles, les administrations ont été invitées à indiquer le taux utilisé pour la conversion en francs-or des sommes calculées en monnaie nationale, en précisant la date à laquelle ce taux était réellement en vigueur.

4. Date d'envoi des réponses aux questionnaires et date de la prochaine réunion du Groupe TEUREM

Les questionnaires mis au point par le Groupe TEUREM doivent être diffusés à toutes les administrations et exploitations privées reconnues de la région dans le courant du mois de novembre 1981. La date limite pour l'envoi au Secrétariat du CCITT des réponses à ces questionnaires est fixée au 1er août 1982 et la prochaine réunion du Groupe TEUREM est prévue du 8 au 19 novembre 1982.

W. J./Y. B.

CCIR

Réunion finale de la Commission d'études 10

La Commission d'études 10 (Service de radiodiffusion (sonore)) s'est réunie à Genève du 21 septembre au 8 octobre 1981, sous la présidence de M. C. Terzani (Italie).

Ont participé à la réunion 217 délégués appartenant aux administrations des PTT de 37 pays, à 14 exploitations privées reconnues, 5 organisations internationales et 2 organismes scientifiques ou industriels.

Organisation des travaux

La coordination des travaux des différents groupes établis par la Commission d'études 10 a été assurée par les deux vice-rapporteurs principaux; M. H. Eden (République fédérale d'Allemagne) a coordonné les travaux concernant la radiofréquence et M. O. P. Khushu (Inde) les problèmes relatifs à l'audiofréquence et à la radiodiffusion par satellite.

Il a été décidé de modifier l'ordre des sections du volume X du CCIR de sorte qu'il corresponde à la structure des travaux de la Commission.

Pour effectuer ses travaux, la Commission d'études 10 a créé les groupes de travail suivants:

- **Groupe de travail 10-A**: Radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude, présidé par M. S. Lacharnay (France)
- **Groupe de travail 10-B**: Radiodiffusion sonore à modulation de fréquence, sous la présidence du professeur J. J. Geluk (Pays-Bas), assisté par M. A. Keller (France), vice-président
- **Groupe de travail 10-C**: Caractéristiques audiofréquences des systèmes de radiodiffusion sonore, présidé par M. G. Steinke (République Démocratique Allemande)
- **Groupe de travail 10-D**: Révision des questions, programmes d'études, décisions et terminologie, présidé par M. V. Quintas (Espagne).

Par ailleurs, la Commission d'études 10 a établi, avec la Commission d'études 11 (Service de radiodiffusion (télévision)), les groupes de travail mixtes suivants:

- **Groupe de travail mixte 10-11R**: Enregistrement des programmes de radiodiffusion sonore et de télévision, présidé par M. P. Zaccarian (*North American National Broadcasters Association* — NANBA).
- **Groupe de travail mixte 10-11S**: Service de radiodiffusion par satellite, présidé par M. C. A. Siocos (Canada).

En outre, les groupes de travail intérimaires des Commissions d'études 10 et 11 ont tenu des réunions au cours des réunions finales des commissions d'études susdites.

Résultats des travaux du Groupe 10-A

Le Groupe de travail 10-A a examiné 30 contributions, qui ont donné lieu aux résultats indiqués ci-après.

Les textes concernant les rapports de protection ont été mis à jour, notamment en ce qui concerne la bande des ondes décamétriques; des modifications ont été apportées au rapport sur la largeur de bande nécessaire en modulation d'amplitude; un nouvel avis sur l'espacement des canaux en ondes décamétriques a été rédigé.

Le rapport sur les facteurs influençant la couverture en ondes hectométriques a été transformé en avis. Des modifications ont été aussi apportées aux textes relatifs aux valeurs spécifiques des champs et l'addition des champs pour tenir compte de récentes études effectuées en Hongrie. Des adjonctions concernant la radiodiffusion en ondes décamétriques et en particulier les émissions en BLU ont été insérées dans le rapport sur les caractéristiques des systèmes de radiodiffusion et dans l'avis sur la synchronisation. Une nouvelle résolution arrête la présentation des diagrammes d'antennes qui seront publiés dans la nouvelle édition du livre de diagrammes d'antennes du CCIR et des modifications ont été apportées au rapport sur les antennes en ondes décamétriques en ce qui concerne l'utilisation d'antennes directives et non directives et

la réduction des lobes secondaires. Un nouveau rapport a été rédigé sur la protection contre la foudre. Ce rapport sera transmis à la Commission d'études 1 (Utilisation du spectre — Contrôle des émissions) qui rédigera un avis du CCIR sur ce sujet, en tenant compte des contributions reçues par les commissions d'études intéressées.

Des valeurs complémentaires aux caractéristiques moyennes des récepteurs ont été ajoutées au rapport concernant ce sujet.

Les textes relatifs à la radiodiffusion sonore dans la zone tropicale n'ont fait l'objet d'aucune modification importante.

Résultats des travaux du Groupe 10-B

Le Groupe de travail 10-B a examiné 36 contributions, qui ont donné lieu aux modifications qui suivent des textes concernant la radiodiffusion sonore à modulation de fréquence: nouveaux rapports sur la planification des réseaux théoriques; sur les contraintes affectant la planification pour la radiodiffusion dans la bande 8; sur l'évaluation des brouillages multiples qui considère les méthodes de la somme quadratique et de multiplication simplifiée, et sur les rapports de protection entre la radiodiffusion sonore à modulation de fréquence et les signaux de télévision *D/SECAM*.

Des modifications ont été apportées aux rapports sur la détermination des rapports de protection; sur la polarisation des émissions en y ajoutant les définitions des types de polarisation utilisés en radiodiffusion, et sur les avantages dérivant de l'utilisation de la polarisation orthogonale. Ont été aussi modifiés les textes sur les normes de planification pour la radiodiffusion à modulation de fréquence; sur les normes d'émission et sur la radiodiffusion stéréophonique, en y ajoutant les systèmes à modulation d'amplitude et de compression-extension.

En outre, on a modifié les rapports sur l'émission de plusieurs programmes ou autres signaux en radiodiffusion sonore et en télévision et on a rédigé un nouvel avis sur la directivité des antennes de réception en radiodiffusion sonore en ondes métriques, qui s'ajoute à l'avis concernant les antennes de télévision existant dans le volume XI.

En tenant compte du développement futur de nouveaux services associés à la radiodiffusion sonore, on a rédigé un vœu demandant à la Commission électrotechnique internationale (CEI) d'étudier la normalisation des dispositifs d'interconnexion entre les récepteurs de radiodiffusion sonore et les équipements associés pour l'utilisation des signaux de ces nouveaux services.

Résultats des travaux du Groupe 10-C

Le Groupe de travail 10-C a examiné 14 contributions, qui ont donné lieu aux textes qui suivent.

On a élaboré une nouvelle version de l'avis sur la mesure du bruit audiofréquence, qui donne une plus grande précision à la méthode de mesure et révise le rapport sur les propriétés acoustiques des cabines de contrôle et des salles d'écoute de haute qualité, en y ajoutant des renseignements sur les petites cabines de contrôle qui ne présentent pas de caractéristiques optimales.

Pour ce qui concerne les techniques numériques, deux nouveaux rapports ont été rédigés, l'un sur la mesure de la qualité dans les studios et la fréquence d'échantillonnage de 48 kHz pour le son numérique dans les studios de radiodiffusion et l'autre pour le son en télévision, y compris l'enregistrement du son sur magnétophones et magnétoscopes.

La Commission d'études 10 souhaite pouvoir transformer ce dernier rapport en avis au cours de la prochaine période d'études.

Résultats des travaux du Groupe 10-D

Le Groupe de travail 10-D a examiné 8 contributions en parvenant aux résultats indiqués ci-après.

L'avis sur les définitions des champs spécifiques et de la zone de couverture a été modifié, ainsi qu'un certain nombre de questions et programmes d'études.

On a rédigé une nouvelle question sur les normes pour la diffusion de plusieurs voies son dans un canal de télévision ainsi que quatre nouveaux programmes d'études, notamment sur la compatibilité entre la radiodiffusion en ondes hectométriques et d'autres services, sur la transmission d'informations supplémentaires en modulation d'amplitude, sur l'utilisation de compresseurs-extenseurs en radiodiffusion sonore à modulation de fréquence et sur la valeur minimale du champ utile en bande métrique. En outre, les Questions 59 et 60, approuvées par correspondance, traitant respectivement de la compatibilité entre la radiodiffusion sonore en ondes métriques, la télévision et d'autres services et des bases techniques pour la planification de la radiodiffusion sonore en ondes métriques, ont été transformées en programmes d'études. On a aussi adopté une nouvelle question sur les méthodes de synchronisation dans les systèmes d'enregistrement. Dans le domaine de la radiodiffusion par satellite, on a aligné les textes et la numérotation des questions et des programmes d'études des Commissions d'études 10 et 11 et on a ajouté un nouveau programme d'études sur les signaux de télécommande, poursuite et télémesure et les signaux de maintenance.

Résultats des travaux du Groupe mixte 10-11R

Le Groupe de travail mixte 10-11R a examiné 15 contributions avec les résultats indiqués ci-après, pour ce qui concerne la radiodiffusion sonore.

On a modifié l'avis sur les normes pour l'enregistrement du son sur bande magnétique et on a rédigé un nouveau rapport sur l'enregistrement numérique de signaux audio, en décrivant un prototype expérimental de magnétophone. Le groupe a aussi proposé une liste de textes à soumettre à la CEI et a présenté aux Commissions d'études 10 et 11 un projet d'opuscule sur les techniques d'enregistrement à l'intention des pays en développement.

Résultats des travaux du Groupe mixte 10-11S

Le Groupe de travail mixte 10-11S a examiné 78 contributions, ce qui montre le vif intérêt que portent les administrations à la radiodiffusion par satellite.

Pour effectuer ses travaux, le Groupe 10-11S a créé quatre sous-groupes chargés respectivement d'étudier les considérations techniques relatives aux systèmes, le partage avec les autres services et la terminologie, la planification des services et les liaisons de connexion. Les résultats des travaux consistent dans la mise à jour de 13 rapports existants et l'élaboration d'un projet de nouvel avis et de cinq nouveaux rapports.

Le nouvel avis concerne les conditions d'essais et les méthodes de mesure pour la détermination des rapports de protection et met fin aux travaux du Groupe de travail intérimaire 11/2.

Les nouveaux rapports relatifs à la radiodiffusion sonore concernent la radiodiffusion sonore par satellite destinée aux récepteurs portatifs et mobiles, les méthodes de multiplexage pour l'émission de plusieurs sons numériques et de signaux de données, le codage numérique pour l'émission de signaux son de haute qualité et les caractéristiques techniques des liaisons de connexion aux satellites de radiodiffusion. Ce dernier rapport traite des différents aspects des liaisons de connexion de manière détaillée et complète, bien que de nombreuses études soient encore à effectuer sur certains aspects des liaisons de connexion.

Le Groupe 10-11S a aussi établi une liste des textes pouvant intéresser le GTI PLEN/3; ils ont été transmis à ce groupe.

Groupes de travail intérimaires (GTI)

Le GTI 10/4 a été établi par la Décision 38 lors de la réunion intérimaire de la Commission d'études 10 pour préparer, sous la présidence de M. J. Burgstaller (Autriche), les bases techniques en vue de la Conférence de planification pour la radiodiffusion sonore en ondes métriques dans la Région 1 et certains pays de la Région 3. Ce groupe a tenu une réunion à Genève en mars 1981 et s'est réuni à nouveau au cours de la réunion finale de la Commission d'études 10.

Les travaux du GTI 10/4 ont été suivis par 21 administrations, neuf exploitations privées reconnues et une organisation internationale.

Le groupe a rédigé un rapport qui suit l'ordre du jour de la conférence figurant dans la Résolution n° 852 du Conseil d'administration de l'UIT, et qui comprend six chapitres concernant respectivement les définitions, les normes de radiodiffusion et de planification, la pro-

pagation des ondes métriques, les éléments de base pour la planification, le partage des fréquences avec la télévision et la compatibilité avec les autres services. Le rapport a été approuvé à l'unanimité par la Commission d'études 10 et sera transmis à la première session de la Conférence de radiodiffusion en ondes métriques.

Ayant ainsi terminé ses travaux, le GTI 10/4 a été dissous et la Décision 38 supprimée.

Le GTI 10/5 a été établi par la Décision 39 lors de la réunion intérimaire de la Commission d'études 10 pour préparer, sous la présidence du professeur Geluk, les bases techniques nécessaires à la planification des bandes des ondes décamétriques attribuées à la radiodiffusion.

Le groupe a tenu une réunion à Genève en juillet 1981 et s'est réuni à nouveau au cours de la réunion finale de la Commission d'études 10, pour rédiger un rapport qui traite les caractéristiques des systèmes de radiodiffusion à ondes décamétriques à double bande latérale et à bande latérale unique, ainsi que les données nécessaires pour la radiodiffusion à ondes décamétriques. Deux annexes indiquent le calcul de la fiabilité et une procédure de planification des systèmes radioélectriques en ondes décamétriques. La Commission d'études 10 a pris note de ce rapport et a modifié la Décision 39 afin de permettre au GTI 10/5 de poursuivre ses travaux jusqu'à quatre mois avant la prochaine réunion de la commission, à laquelle le rapport final sera présenté.

La XV[e] Assemblée plénière du CCIR prendra les décisions qu'elle estimera utiles sur le rapport du GTI 10/5 et sur la prochaine réunion de la Commission d'études 10, en tenant compte que le Conseil d'administration de l'UIT a déplacé à janvier 1984 la date de la première session de la Conférence pour la planification des bandes des ondes décamétriques attribuées à la radiodiffusion.

Le GTI 10/6 a été établi par la Décision 40 lors de la réunion intérimaire de la Commission d'études 10 pour étudier, sous la présidence de M. N. Gilchrist (Royaume-Uni), les paramètres et les limites de tolérance pour la qualité technique des programmes destinés à l'échange international. Le groupe a tenu sa première réunion pendant la réunion finale de la Commission d'études 10 et a préparé un rapport et un questionnaire pour obtenir les renseignements complémentaires par correspondance afin de pouvoir élaborer un nouvel avis au cours de la prochaine période d'études de la Commission 10.

Par la Décision 52, la Commission d'études 10 a établi le GTI 10/7 pour identifier et définir, sous la présidence de M. M. Schneider (Suisse), les caractéristiques des récepteurs de radiodiffusion sonore à utiliser pour la planification et préparer les spécifications d'un récepteur type de référence à modulation d'amplitude et à modulation de fréquence.

Le GTI 10-11/1 a été établi par la Décision 43 lors de la réunion intérimaire des Commissions d'études 10 et 11 pour étudier, sous la présidence de M. J.-F. Arnaud (France), l'utilisation de l'orbite des satellites géostationnaires et la planification des services spatiaux qui l'utilisent en vue de la CAMR-85 pour la partie concernant les Commissions d'études 10 et 11. Ce groupe a tenu une réunion à Genève en mai 1981 et s'est réuni une deuxième fois au cours des réunions finales de ces commissions.

Les Commissions 10 et 11 ont pris note du rapport du GTI 10-11/1 qui contient trois chapitres traitant respectivement des liaisons de connexion, de la planification et du partage des fréquences avec les autres services, et ont décidé que ce groupe poursuive ses travaux afin de compléter et mettre à jour le rapport pour le présenter aux prochaines réunions intérimaires prévues en 1983 et 1984. A cette fin, les Commissions d'études 10 et 11 ont modifié la Décision 43.

Le GTI 10-11/2, établi par la Décision 44 lors des réunions intérimaires des Commissions 10 et 11 pour étudier, sous la présidence de M. C. A. Siocos, les questions techniques se référant à la Conférence de planification de la radiodiffusion par satellite dans la Région 2, a tenu une réunion à Ottawa en avril-mai 1981 et s'est réuni à nouveau au cours des réunions finales des Commissions 10 et 11. Celles-ci ont pris note du rapport du Groupe de travail 10-11/2, qui traite de la terminologie, des facteurs de propagation, de la technologie des systèmes de radiodiffusion par satellite, des éléments de planification, de la planification et du partage des fréquences et ont décidé que ce rapport soit complété avant la fin de l'année en cours.

Les Commissions d'études 10 et 11, jugeant qu'il est nécessaire d'intégrer ce rapport aux résultats des études des autres commissions d'études intéressées, ont proposé que la XV[e] Assemblée plénière adopte une résolution concernant la convocation, éventuellement en juillet 1982, d'une réunion mixte des Commissions 4 (Service fixe utilisant des satellites de télécommunication), 5 (Propagation dans les milieux non ionisés), 9 (Service fixe utilisant les systèmes de faisceaux hertziens), 10 et 11 en vue de préparer le rapport du CCIR à la Conférence administrative régionale pour la planification de la radiodiffusion par satellite dans la Région 2.

Par la Décision 51, les Commissions d'études 10 et 11 ont établi le GTI 10-11/3 pour étudier, sous la présidence de M. O. Mäkitalo (Suède), les normes unifiées relatives à l'insertion de plusieurs voies son dans un canal de télévision de Terre ou par satellite.

Collaboration avec les autres Commissions d'études

Les Commissions d'études 10 et 11 ont transmis au GTI PLEN/3 dix-neuf documents présentant un intérêt pour les travaux de ce groupe.

Les Commissions d'études 10 et 11 ont transmis à la Commission 4 la section du rapport sur les liaisons de connexion pour les satellites de radiodiffusion se rapportant au partage des fréquences, qui entre dans la compétence de la Commission d'études 4.

Les Commissions d'études 10 et 11 ont pris note du rapport de M. Arnaud, rapporteur de la Commission d'études 4 et du GTI 4/1, et l'ont confirmé dans cette fonction.

Comme établi lors de la réunion des rapporteurs et vice-rapporteurs principaux des commissions d'études du CCIR, les rapporteurs principaux des Commissions d'études 4, 10 et 11 se réuniront avant la XV[e] Assemblée plénière afin de coordonner les textes relatifs aux liaisons de connexion pour les satellites de radiodiffusion.

La Commission d'études 10 a transmis au GTI 10/4 le document de la Commission d'études 5 qui propose des modifications au chapitre 3 du rapport de ce groupe. La Commission d'études 10 a aussi pris note du rapport du professeur S. Boroditch (URSS), rapporteur du GTI 5/4, et du rapport final de ce groupe sur la division du monde en régions aux fins d'attribution des bandes de fréquences.

La Commission d'études 6 (Propagation dans les milieux ionisés) a informé la Commission d'études 10 que les parties essentielles du Rapport 305-4 sur la propagation en zone tropicale ont été insérées dans le Rapport 266-4 et que par conséquent le Rapport 305-4 qui avait été transféré de la Commission d'études 10 à la Commission d'études 6 a été annulé. Une référence au Rapport 266-4 sera insérée dans le volume X.

M. M. K. Rao (Inde), rapporteur du GTI 6/12, n'a pas pu participer à la réunion finale de la Commission d'études 10. Toutefois, la commission a reçu le rapport de ce groupe et l'a transmis au GTI 10/5.

La Commission d'études 10 a pris note du rapport de M. A. L. Witham (Royaume-Uni), rapporteur de la Commission d'études 8 (Services mobiles) et, en particulier, de la nécessité de définir les critères de compatibilité entre la radiodiffusion sonore dans la bande des ondes métriques et le service de radionavigation aéronautique dans la bande adjacente supérieure.

La Commission d'études 10 a pris note du rapport verbal de M. F. Angeli (Italie), rapporteur du GTI 11/3, et a nommé M. V. Del Duce (Italie) comme expert au GTI 11/5 qui traite des rapports de protection dans la télévision en couleur.

La coopération entre la Commission d'études 10 et la CMTT (Commission mixte CCIR/CCITT pour les transmissions télévisuelles et sonores) en ce qui concerne les techniques numériques se poursuit par des contacts entre les présidents du GTI CMTT/1 et du Groupe de travail 10-C.

Sujets intéressant les pays en développement

La radiodiffusion sonore représente le moyen le plus adéquat pour l'information et l'instruction dans les pays en développement et par conséquent tous les textes de la Commission d'études 10 revêtent de l'intérêt pour ces pays, en particulier les textes se référant à la radiodiffusion dans la zone tropicale, où sont situés plusieurs d'entre eux.

Dans le domaine de l'enregistrement des programmes de radiodiffusion, les Commissions d'études 10 et 11 préparent, à l'intention des pays en développement, un opuscule contenant une introduction sur les tâches du CCIR, une partie sur la normalisation de bandes et films pour l'échange des programmes et une partie sur les textes du CCIR concernant l'enregistrement du son, les bandes de télévision, les films pour la télévision et l'enregistrement de la télévision sur film.

La radiodiffusion par satellite présente un intérêt toujours croissant pour les pays en développement, en permettant de desservir la totalité de la population en des temps plus brefs et à des coûts sensiblement inférieurs à ceux des réseaux de Terre; en particulier, la radiodiffusion sonore par satellite destinée aux récepteurs mobiles ou portatifs peut avoir un grand intérêt pour les pays en développement dans un proche avenir. Les sujets qui sont actuellement de la plus grande importance pour les pays en développement concernent la préparation des prochaines conférences de l'UIT et particulièrement les résultats des travaux des GTI établis à cette fin.

La Commission d'études 10, toujours soucieuse de résoudre les problèmes intéressant des pays en développement, souhaite une plus grande participation à ses travaux de la part de ces pays afin de mieux connaître leurs problèmes et étudier les solutions les plus appropriées.

Pour informer les pays en développement des résultats les plus récents des études des Commissions 10 et 11, le rapporteur principal de la Commission d'études 10 a donné, à l'occasion de la réunion de la Commission du Plan pour l'Amérique latine tenue à Buenos Aires le 28 octobre 1981, une conférence sur les problèmes particuliers au service de radiodiffusion (sonore et télévisuelle).

Conclusions

Les activités de la Commission d'études 10 au cours de la période qui se termine par les réunions finales de septembre-octobre 1981 ont été caractérisées par l'étude des bases techniques nécessaires à la préparation des futures conférences de l'UIT, à la suite des demandes adressées au CCIR par les résolutions et les recommandations de la CAMR-79.

La Commission d'études 10 a de ce fait créé les GTI nécessaires pour effectuer les études mentionnées au paragraphe précédent et a approuvé ou noté, selon les cas, les résultats de leurs travaux.

L'activité concernant la radiodiffusion par satellite est toujours intense étant donné le développement rapide de ce type de radiodiffusion. Les textes y relatifs ont été mis à jour et complétés par des nouveaux textes.

Les techniques numériques entrent progressivement dans le domaine de l'exploitation de la radiodiffusion, en particulier dans la production des programmes, ainsi que les transmissions à bande latérale unique dans la radiodiffusion en ondes décamétriques et la transmission simultanée de plusieurs signaux son et d'autres signaux dans la radiodiffusion sonore et télévisuelle de Terre et par satellite.

Un problème qui devient de plus en plus important dans les travaux du CCIR est celui de la compatibilité entre services différents utilisant la même bande de fréquence ou bandes adjacentes. La Commission d'études 10 a examiné ce problème, avec le plus grand intérêt, pour ce qui concerne la radiodiffusion sonore.

La Commission d'études 10 conclut donc cette période d'études en présentant à la XV[e] Assemblée plénière une série de textes qui formeront la base des applications futures de la radiodiffusion sonore et des délibérations des conférences qui permettront une meilleure utilisation du spectre radioélectrique.

C. T.

Coopération technique

Cycle d'études sur la propagation dans la région du Golfe

Un cycle d'études s'est déroulé à Bahreïn, du 31 octobre au 5 novembre 1981, au titre du projet régional RAB/78/06, «Etude de la propagation radioélectrique et proposition pour un plan de fréquences». Organisé par Gulfvision (Riyad), il répondait à une invitation du gouvernement de Bahreïn.

Le cycle d'études a été suivi par 33 participants venus des sept pays intéressés par le projet (Arabie Saoudite, Bahreïn, Emirats Arabes Unis, Iraq, Koweït, Oman et Qatar), avec la participation de l'UIT; cinq conférenciers y ont présenté 16 exposés. A la cérémonie d'ouverture, Gulfvision était représenté par M. Saud A. Dahlawi, le ministère de l'Information de Bahreïn par M. Khalil Al Thawadi et M. M. Mili, secrétaire général de l'UIT, par M. Ahmed Laouyane. Parmi les problèmes présentés et débattus, nous citerons les suivants: «mesures de propagation par une station automatique commandée par un micro-ordinateur», «Caractéristiques de la réfraction dans la région du Golfe» et «Modes de propagation des signaux de télévision dans la région du Golfe».

Une journée du cycle d'études a été consacrée à la présentation d'un avant-projet de plan pour l'utilisation des bandes IV et V par les pays du Golfe. Ce plan a fait l'objet d'une discussion, à l'issue de laquelle il a été convenu que certains points seraient examinés plus en détail et que des décisions seraient prises au cours de la Réunion technique de Gulfvision, qui devait se tenir à Riyad les 29 et 30 novembre 1981.

Parallèlement au cycle d'études se déroulait une étude de propagation «héliportée» qui a suscité beaucoup d'intérêt parmi les participants. Ceux-ci ont entendu un exposé sur cette étude et ils ont eu l'occasion de visiter l'hélicoptère entièrement équipé, en compagnie du ministre de l'Information, et de s'entretenir avec l'équipage de l'appareil et le personnel technique.

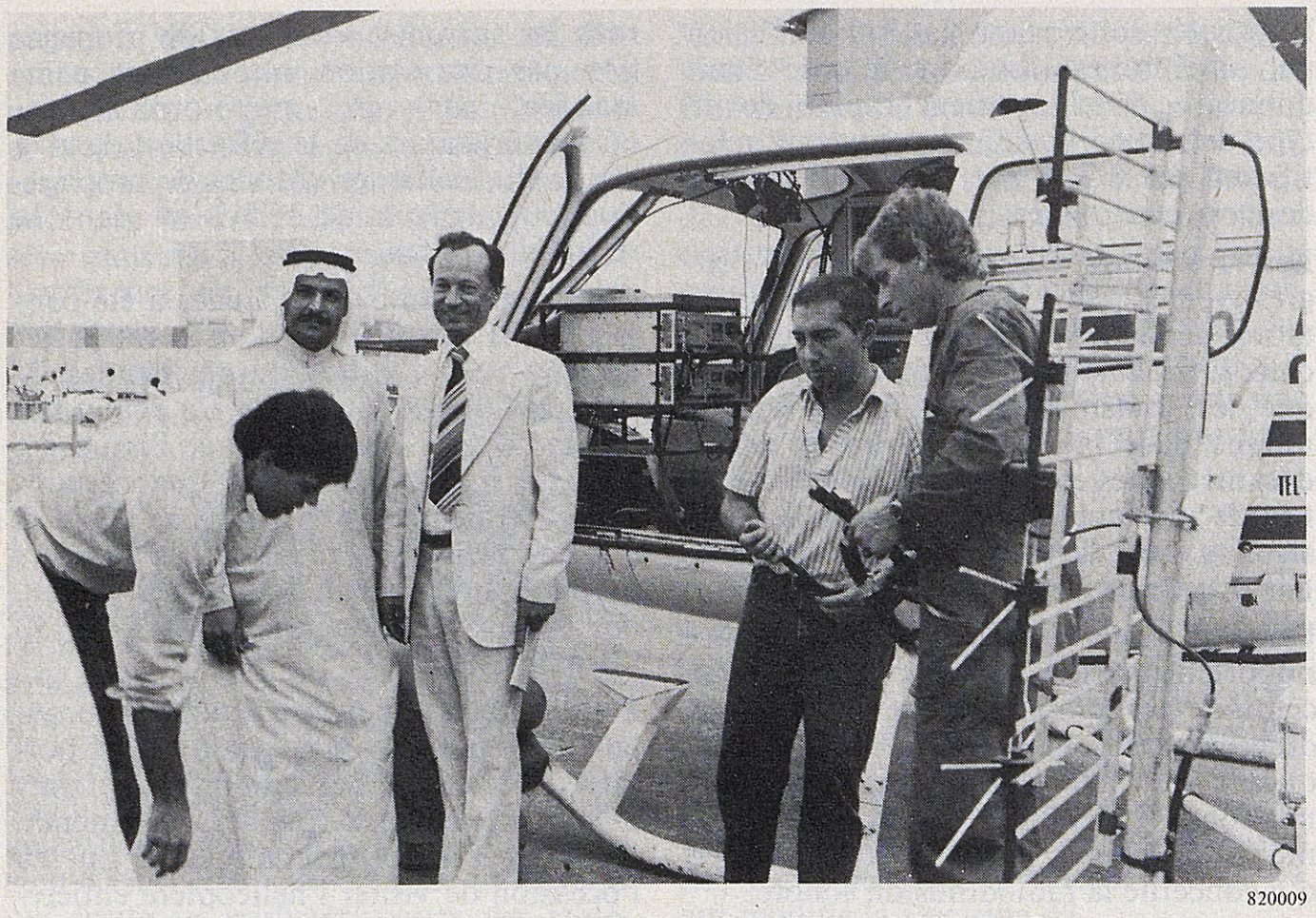
Un des temps forts du cycle d'études a été la présentation d'une demande tendant à ce que soient organisés d'autres cycles d'études de cette nature.

*
* *

Etudes de propagation «héliportées»

Les gouvernements d'Arabie Saoudite, de Bahreïn, des Emirats Arabes Unis, d'Iraq, du Koweït, d'Oman et du Qatar ont demandé à l'UIT de leur apporter son aide pour entreprendre des études détaillées de la propagation radioélectrique dans les pays du Golfe, l'objectif étant d'éliminer les brouillages avec les services de télévision, et entre ces services, dans la région du Golfe. Cette assistance est financée par ces gouvernements, en vertu d'un accord de Fonds fiduciaires conclu le 5 mai 1979 entre l'UIT et l'organisme Gulfvision, représentant lesdits gouvernements. Parmi les travaux entrepris au titre de cette étude, il faut mentionner une campagne de relevés de diagrammes d'antennes émettrices, au moyen d'un hélicoptère. Onze de ces diagrammes d'antennes (à ondes décimétriques ou métriques) ont été mesurés dans la région du Golfe pendant ces travaux, qui ont duré 43 jours.

La campagne de mesure avec hélicoptère a commencé le 21 octobre 1981, à Koweït. En conséquence, les résultats obtenus ont pu être présentés au cycle d'études de Gulfvision qui s'est tenu à Bahreïn du 31 octobre au 5 novembre 1981. Venant du Koweït, l'équipe héliportée est arrivée à Bahreïn, où elle a effectué des mesures avant de poursuivre sa mission successivement à Dammam



820009

Vue de l'hélicoptère à la station de télévision de Issa Town (Bahreïn). On voit sur cette photographie l'équipement installé dans l'hélicoptère et, à droite, l'antenne de réception

(Arabie Saoudite), Doha (Qatar), Abou Dhabi et Al Ain (Emirats Arabes Unis), Buraimi et Mascate (Oman), Doubai (Emirats Arabes Unis). Elle a ensuite rejoint sa base, à Paris.

Pour exécuter cette campagne de mesures, on avait fait appel à la firme française SOFRATEV/TDF de Paris. L'équipe se composait d'un ingénieur en chef, de deux techniciens, d'un pilote, d'un spécialiste de la maintenance, d'un mécanicien sur hélicoptère et d'un expert de l'UIT.

Les éléments de base de l'équipement héliporté étaient deux voltmètres sélectifs *ESU2* et un calculateur *Hewlett-Packard*. Une table de traçage, reliée à un second calculateur Hewlett-Packard, donnait automatiquement le diagramme de rayonnement horizontal ou vertical à la fin de chaque mesure.

*
* *

Vingt-deux nouvelles bourses d'études

Entre la mi-novembre et la mi-décembre 1981, le Département de la coopération technique de l'UIT a octroyé et organisé vingt-deux nouvelles bourses. Les bénéficiaires sont des ressortissants de cinq pays différents.

Deux boursiers haïtiens étudient les installations extérieures et l'ingénierie aux Etats-Unis, deux Algériens étudient les mini-ordinateurs en France et un groupe de boursiers originaires de l'Arabie Saoudite étudie les systèmes d'alimentation aux Etats-Unis également. Les autres disciplines étudiées par les boursiers sont les techniques de commutation numérique, la transmission de données à grande vitesse et l'organisation de la maintenance.

Départs en mission

pays et lieu d'affectation	expert	fonctions	période et imputation du contrat*
Afghanistan Kaboul	Izo K. (Tchécoslovaquie)	Conseiller en installations extérieures au Centre de formation professionnelle des télécommunications	30.11.81-29.3.82 PNUD
Arabie Saoudite Riyad	Zaier B. (Tunisie)	Expert principal en planification des réseaux de télécommunication	21.11.81-20.11.82 FT
	Fahmi A. R. (Suède)	Expert principal en systèmes de commutation électronique	26.11.81-25.11.82 FT
	Brouwer J. M. (Pays-Bas)	Conseiller en télécommunications	5.12.81-4.12.82 PNUD
Birmanie Rangoon	France E. T. (Royaume-Uni)	Expert de la formation professionnelle en gestion des télécommunications au Centre professionnel des télécommunications et des postes	9.11.81-8.11.82 PNUD
Botswana Gaborone	Perera W. S. (Sri Lanka)	Expert principal en gestion des fréquences radioélectriques	22.11.81-21.4.82 PNUD
Brésil Campinas	Abi-Aad A. (Canada)	Expert principal en mesure d'équipement de commutation électronique — logiciel — au Centre de recherche et de développement des télécommunications	14.12.81-13.12.82 PNUD
Djibouti Djibouti	Sidibe M. (Mali)	Chef d'équipe/expert de la formation professionnelle en radiocommunications et électronique de base	4.12.81-3.12.82 PNUD
	Chakraborty N. C. (Inde)	Expert de la formation professionnelle en installations extérieures et appareils d'abonnés	6.12.81-5.12.82 PNUD
Ethiopie Addis-Abéba	Henriksson P.-O. (Suède)	Expert de la formation professionnelle en installations extérieures et appareils d'abonnés à l'Institut professionnel des télécommunications	2.11.81-1.11.82 PNUD
	Falk J. E. (Suède)	Expert principal chargé de la conception des cours de télécommunication à l'Institut professionnel des télécommunications	22.11.81-21.11.82 PNUD
	Prasad S. M. (Inde)	Expert principal en matière d'établissement et de règlement des comptes pour le service des télécommunications internationales dans le cadre du projet de réseau panafricain de télécommunication (PANAFTEL)	22.11.81-21.2.82 PNUD

pays et lieu d'affectation	expert	fonctions	période et imputation du contrat*
Ethiopie *(suite)*	Pramanik A. K. (Bangladesh)	Coordonnateur de projet/expert de la formation professionnelle en faisceaux hertziens et équipement de multiplexage à l'Institut professionnel des télécommunications	28.11.81-27.11.82 PNUD
	McDonagh D. P. (Irlande)	Expert de la formation professionnelle en commutation téléphonique à l'Institut professionnel des télécommunications	29.11.81-28.11.82 PNUD
Grèce Athènes	Myrenfors G. (Suède)	Expert principal en techniques modernes de gestion pour le réseau de télécommunication du Proche-Orient et du Bassin méditerranéen (MEDARABTEL)	31.10.81-8.11.81 PNUD
	Urben T. (Royaume-Uni)	Expert principal en gestion et organisation de maintenance	29.11.81-8.12.81 PNUD
Haïti Port-au-Prince	Casalta P. (Canada)	Conseiller en planification et développement des réseaux de télécommunication	7.12.81-6.12.82 PNUD
Hongrie Budapest	Matthew J. D. (Royaume-Uni)	Expert principal en ingénierie du trafic	4.12.81-13.12.81 PNUD
Malawi Blantyre	Wedzinga G. (Pays-Bas)	Expert associé en radio et transmission à l'Institut multinational de formation professionnelle des postes et télécommunications	8.11.81-7.11.82 Expert associé
Maroc Casablanca	Nyberg N. G. (Suède)	Expert principal en maintenance	4.12.81-3.6.82 PNUD
Oman Muscat	Widl W. (Suède)	Spécialiste en transmission numérique	3.12.81-17.12.81 FT
Philippines Manille	Donaldson A. (Canada)	Conseiller principal en gestion des télécommunications	30.11.81-22.12.81 PNUD
	Horne F. (Royaume-Uni)	Conseiller principal en planification du développement des télécommunications	1.12.81-21.12.81 PNUD
Thaïlande Bangkok	Agarwal S. M. (Inde)	Expert principal en matière de restructuration des organisations de télécommunications	8.11.81-22.11.81 PNUD et 13.12.81-31.12.81 PNUD
Tunisie Tunis	Al Atassi A. S. (Syrie)	Conseiller principal régional en télécommunications pour les Etats Arabes	17.10.81-31.12.82 PNUD
	Roux J. (France)	Expert de la formation professionnelle en commutation électronique *E10 B* à l'Ecole des postes et télécommunications	18.11.81-18.11.82 PNUD
Yémen (R. A.) Sanaa	Halabi A. (Syrie)	Expert principal en planification et construction des installations extérieures pour les réseaux locaux	13.12.81-12.3.82 FT

* PNUD = Programme des Nations Unies pour le développement.
FT = Assistance technique à titre onéreux.
Expert associé = Mission financée par le gouvernement de l'expert associé aux termes d'un accord conclu entre ce gouvernement et l'UIT pour le détachement d'experts associés.

Conférences ou réunions extérieures à l'UIT

Calendrier des réunions scientifiques et techniques extérieures à l'UIT

date	lieu	titre de la réunion et organisateur	pour plus de renseignements, s'adresser à
1982			
2-4 mars	Monte-Carlo	Conférence sur les télécommunications et le traitement des données pour l'industrie du transport aérien (SITELCOM-82) *SITA (Société internationale de télécommunications aéronautiques)*	Département de l'information et des relations publiques — SITA 112, avenue Charles-de-Gaulle F-92522 Neuilly-sur-Seine Cedex (France) Tél.: 758 13 22 Télex: 620520 F

date	lieu	titre de la réunion et organisateur	pour plus de renseignements, s'adresser à
9-11 mars	Zurich	Séminaire international sur la communication digitale (1982): «L'interaction entre l'homme et la machine» *IEEE Switzerland Chapter on Digital Communication Systems*	Secretariat 82 IZS Miss M. Grey, EAE Siemens-Albis AG CH-8047 Zürich (Suisse) Tél.: + 41 1 247 51 20 Télex: saz ch 52 131
29-31 mars	Paris	Les nouvelles orientations des composants passifs *Société des électriciens, des électroniciens et des radioélectriciens* et autres	Secrétariat général du Colloque international sur les nouvelles orientations des composants passifs 11, rue Hamelin 75783 Paris Cedex 16 (France) Tél.: 33 (1) 505 14 27 Télex: Sycelec Paris 611045 F
13-17 juin	Philadelphie	Conférence internationale sur les communications (CIC'82): «Communications: la révolution numérique» *Institute of Electrical and Electronics Engineers*	Dr. Paul Schnitzler RCA Laboratories Princeton, NJ 08540 (Etats-Unis) Tél.: (609) 734 2199
27-30 juin	Paris	4e Congrès international de prospective, de prévision et de planification dans les services publics (notamment dans les domaines des télécommunications et de l'énergie)	Ecole nationale supérieure des télécommunications 46, rue Barrault F-75013 Paris (France) Tél.: 589 66 66
6-10 septembre	Budapest	7e Colloque sur les communications par micro-ondes (7e MICROCOLL) *Union radio-scientifique internationale* et *Académie des sciences hongroise*	Secretariat of the 7th MICROCOLL H-1525 Budapest, 114 POB 15 (Hongrie) Tél.: 150-013 Télex: 22-4338
7-10 septembre	Londres	6e Conférence internationale sur la communication informatique (ICCC 82) *International Council for Computer Communication*	ICCC 82, PO Box 23 Northwood Hills HA6 1TT Middlesex (Royaume-Uni) Tél.: + 44 92 74 27 511 Télex: 25 198
18-21 septembre	Brighton	9e Convention internationale de radiodiffusion (IBC 82) *Electronic Engineering Association, Institution of Electrical Engineers* et autres	IBC Secretariat Institution of Electrical Engineers, Savoy Place London WC2R 0BL (Royaume-Uni)

Nécrologie

Roy F. Stevens, G2BVN

Le 30 septembre 1981, M. Roy Stevens, secrétaire de l'Union internationale des radio-amateurs (IARU) pour la Région 1, est décédé à l'âge de 61 ans après une longue maladie qu'il a supportée avec un grand courage.

Avec sa disparition, les radioamateurs perdent à la fois un ami et un animateur qui, au cours des 25 dernières années, a largement contribué à créer l'image de marque de la radio d'amateur telle qu'on se la représente aujourd'hui: un instrument d'amitié, de paix et d'éducation technique. Roy Stevens a obtenu son indicatif d'appel *(G2BVN)* dès 1937. Pendant la guerre, il sert dans l'unité de contrôle du trafic radioélectrique de la *Royal Air Force* et réussit à quitter la France occupée un mois après la bataille de Dunkerque.

Pendant 18 ans, il travaille en tant que membre du comité de la *Radio Society of Great Britain* (RSGB) et est nommé président de l'*Amateur Radio Council* de la RSGB en 1966. Jusqu'à son décès, il a rempli les fonctions de rédacteur en chef de la revue publiée par cet organisme: *Radio Communications.* En sa qualité d'agent de liaison de la RSGB auprès de l'Administration des postes et télécommunications du Royaume-Uni, il participe à la CAMR-79 comme membre de la délégation du Royaume-Uni.

Secrétaire pendant 12 ans de la Division de l'IARU pour la Région 1, il est spécialement chargé d'assurer la liaison avec le siège de l'UIT à Genève.

Seuls ses amis les plus intimes et, en particulier, son assistante Audrey Jefcoate sont à même de bien comprendre le travail qu'il a accompli sans relâche pour promouvoir la radio d'amateur internationale et élaborer les contributions présentées à ce sujet aux conférences internationales. Au cours de sa carrière internationale en tant qu'agent de liaison, il est souvent venu au siège de l'UIT où il s'est fait de nombreux amis. En 1974, il obtient l'indicatif d'appel suisse *HB9BBX.*

Sa dernière visite à Genève, à l'occasion de la CAMR-79, a représenté pour lui la consécration de sa carrière de radioamateur. Malgré sa maladie, il a participé à des séances de travail et à des discussions pendant les trois mois qu'a duré la conférence. Grâce à son action, la conférence a attribué trois bandes supplémentaires au service d'amateur dans la bande des ondes courtes. — *DL1YJ.*

Le photophone de Bell.

Alexander Graham Bell, le célèbre inventeur du premier téléphone articulant, a fait, il y a peu de temps, au dernier meeting de l'Association américaine, une communication du plus haut intérêt. Sa découverte consiste dans un instrument appelé par lui *Photophone,* parce qu'il sert à transmettre les sons par l'intermédiaire d'un rayon lumineux. Tandis que le téléphone ordinaire nécessite des conducteurs métalliques pour joindre entre elles les deux stations en correspondance, le *Photophone* récepteur est tout-à-fait indépendant de son transmetteur. Il suffit qu'un faisceau de lumière puisse traverser l'espace d'un poste à l'autre sans rencontrer aucun obstacle opaque. Encore verrons-nous que cette condition n'est pas rigoureusement absolue, et que certaines natures d'écran n'empêchent pas toujours les communications verbales de s'établir.

Le principe sur lequel est fondé le photophone est déjà connu depuis plusieurs années. C'est à M. Willoughby Smith que revient l'honneur de l'avoir découvert. Le 12 Février 1873, ce physicien annonçait à la Société des ingénieurs télégraphistes de Londres que le *sélénium* présente une résistance bien plus faible au passage du courant électrique, lorsqu'il est exposé à la lumière, que s'il se trouve dans l'obscurité. De là à imaginer un appareil téléphonique mettant à profit ce singulier phénomène, il n'y avait pas loin, et, en réalité, la pensée en vint à plusieurs personnes presque simultanément. Nous citerons entre autres M. Adriano Paiva, professeur à l'Académie de Porto; M. Senlecq, d'Ardres, etc.

. . . . .

Les applications commençaient. De plusieurs côtés, on imaginait à la fois des dispositions qui n'étaient, il faut l'avouer, que rarement mises à exécution, pour résoudre un autre problème des plus attrayants. Il s'agissait de faire pour la vue ce que le téléphone avait fait pour le son. Il fallait trouver le moyen de voir *électriquement* de Paris ce qui se passe au même moment aux antipodes! Les gens confiants dans l'électricité — et il n'en manque pas, — se mirent à la besogne et se torturèrent l'esprit pour arriver à découvrir la solution si désirée.

. . . . .

Nous arrivons maintenant au photophone de Graham Bell.

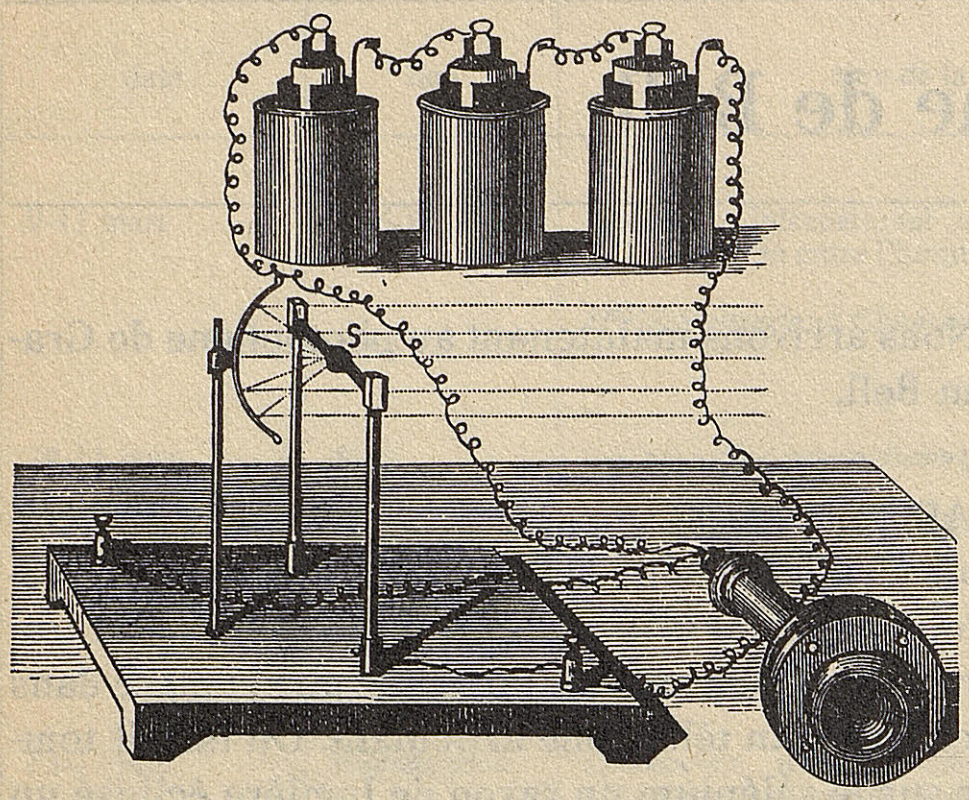
. . . . .

... Afin de rendre sensibles les propriétés du sélénium à l'aide de son appareil, Bell disposa son expérience comme il suit: un crayon de sélénium fut traversé par le courant continu d'une pile et placé dans le circuit d'un téléphone articulant. On faisait tomber sur le sélénium un rayon de lumière éclipsé un grand nombre de fois dans l'espace d'une seconde, autrement dit une série d'émissions lumineuses successives et très-rapprochées. Chacune de ces émissions causait une variation dans la résistance du sélénium, et par suite, dans l'intensité du courant dont le circuit était le siège. Le téléphone qui se trouvait placé dans ce circuit subissait donc des alternatives d'aimantation correspondantes.

S'il se produit de la sorte 435 éclairs, 435 variations de courant s'ensuivront et la plaque du téléphone récepteur exécutera 435 vibrations, c'est-à-dire la note *la* du diapason normal. Cette disposition pourra donc servir à transmettre les sons musicaux. Il reste à savoir si le timbre de ces sons peut aussi se transmettre ou, ce qui revient au même, si la voix humaine peut être ainsi perçue avec toutes ses finesses.

Pour y parvenir, Bell dispose deux petites lames voisines et parallèles L, L′ percées de fentes étroites F F absolument en regard l'une de l'autre, de manière qu'un faisceau lumineux puisse les traverser librement. L'une de ces lames L est solidaire d'un support fixe, tandis que l'autre dépend d'une membrane téléphonique mince M à laquelle elle est perpendiculaire. Lorsqu'on parle contre une membrane, celle-ci vibre et entraîne la lame dans tous ses mouvements. Mais alors les deux fentes cessent d'être en regard et le faisceau lumineux se trouve éclipsé à certains instants, en entier ou en partie. En somme, ce faisceau subit constamment, dans son intensité, des variations qui correspondent rigoureusement aux diverses amplitudes des vibrations de la membrane. C'est ce que Bell appelle un rayon de lumière *ondulatoire.* Voilà pour la station transmettrice.

A l'autre station, séparée de la première par une distance quelconque, on a disposé l'appareil récep-



teur qui se compose du sélénium, de la pile et du téléphone articulant. Le rayon ondulatoire dirigé sur le sélénium l'impressionne à chaque instant en raison de son intensité. Il s'ensuit des variations *ondulatoires* de la résistance du métalloïde et des vibrations correspondantes dans le téléphone. En un mot, on entend par ce téléphone les paroles prononcées vis-à-vis de la membrane de la première station.

M. Bell cite une expérience faite à la distance de 213 mètres. Son aide M. Tainter se trouvait dans les combles de la maison d'école de Franklin, à Washington, et le système récepteur était placé à la fenêtre de son laboratoire, 1325 L street. Il raconte avoir entendu distinctement les paroles suivantes, en plaçant le téléphone à son oreille :

«Mr. Bell, if you hear what I say, come to the window and wave your hat.»

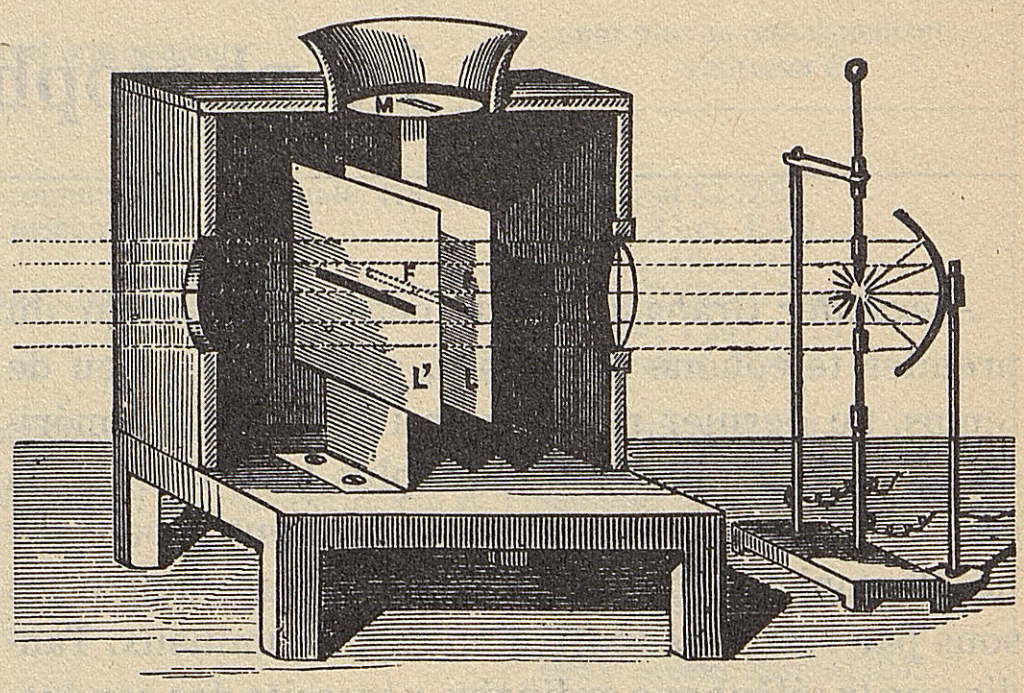
(Monsieur Bell, si vous entendez ce que je vous dis, venez à la fenêtre et agitez votre chapeau.)

En présence d'une relation aussi précise, il n'y a plus qu'à s'incliner et croire, tout miraculeux que puisse paraître le photophone.

Mais pour en arriver là, Bell a rencontré un certain nombre de difficultés dont il a dû commencer par triompher.

Lorsqu'il entreprit l'ordre de recherches qui vient de le conduire à un si magnifique résultat, il reconnut que le sélénium possédait une résistance de beaucoup supérieure à celle de ses téléphones, ce qui constituait un premier obstacle à une bonne réussite. Il dut s'occuper de réduire cette résistance et de construire des téléphones en rapport avec les conditions nouvelles qui s'imposaient à lui.

. . . . .



La préparation qui permet d'obtenir le sélénium à l'état de conductibilité convenable consiste à le soumettre à la chaleur d'un four à gaz. On observe l'aspect de sa surface et il arrive un moment où celle-ci se ternit comme par une buée et qu'elle prend une apparence métallique et cristalline. Alors on retire le sélénium du four et on le laisse se refroidir au dehors...

. . . . .

Préparé ainsi, le sélénium présente la conductibilité désirable. Mais il est une autre condition non moins importante qu'il est nécessaire de réaliser. Le sélénium ne doit pas seulement être bon conducteur, il doit encore être sensible aux influences les plus rapides, les plus courtes de la lumière ; car, s'il exigeait un temps appréciable, mesurable pour mieux dire, pour modifier sa résistance sous l'action d'un rayon lumineux, il serait impuissant à traduire toutes les nuances incessamment variables de ce dernier, et le timbre au moins, si ce n'est la note elle-même, ne pourrait en aucune façon se transmettre.

L'impression lumineuse est, sans nul doute, superficielle. Il faut donc tailler le sélénium suivant des formes qui présentent une surface immense eu égard à leur masse.

. . . . .

Mais la meilleure disposition, parmi toutes celles qui ont été essayées, consiste à faire réfléchir le faisceau lumineux sur un miroir plan et flexible tel qu'une feuille de mica argenté ou de verre mince. On parle alors contre ce miroir et ce sont ses propres vibrations qui modifient constamment la direction du rayon réfléchi.

Quant à la source de lumière, on s'est servi du soleil dont les rayons, concentrés à l'aide d'une len-

tille sur le miroir, étaient rendus parallèles par une autre lentille aussitôt après leur réflexion. Mais les transmissions se produisent également lorsqu'on emploie un foyer électrique et même une lampe à gaz ou à pétrole.

A l'arrivée, les rayons étaient reçus dans un réflecteur parabolique qui les obligeait tous à concourir au même point, son foyer, où se trouvait placé le fragment de sélénium à impressionner. Comme précédemment, ce dernier faisait partie du circuit d'une pile et d'un téléphone ordinaire.

. . . . .

Nous n'en avons pas fini avec les faits surprenants que nous révèle M. Bell. Si l'on fait tomber sur une feuille de caoutchouc le rayon de lumière rendu *vibratoire,* cette feuille de caoutchouc rend un son, comme il est facile de s'en assurer en en approchant l'oreille. Le sélénium taillé en lame mince jouit encore de la même propriété! — et non seulement le sélénium — mais encore l'or, l'argent, le platine, le fer, l'acier, le laiton, le cuivre, le zinc, le plomb, l'antimoine, le maillechort, les alliages de Jenkin et de Babbitt, l'ivoire, le celluloïde, la gutta-percha, le papier, le parchemin, le bois, le mica et le verre argenté!!

. . . . .

Le photophone prouve une fois de plus que toute cause capable de modifier les propriétés électriques des corps peut servir à réaliser un téléphone articulant.

Ces modifications peuvent viser la force électromotrice, — alors aucune pile, aucune énergie extérieur ne sera mise à contribution; — c'est le cas du téléphone de Bell et le cas du téléphone à mercure.

Elles peuvent viser la capacité des corps, et, dans ce cas, aucune dépense d'énergie extérieure ne serait nécessaire. Il n'existe pas d'ailleurs de téléphone fondé sur les variations de capacité, bien que des essais aient été tentés dans ce sens par plusieurs physiciens.

Elles peuvent encore viser la résistance des corps, — alors il est indipensable d'introduire un courant électrique, c'est-à-dire une énergie extérieure dans le système; — c'est le cas du microphone, du téléphone d'Edison, et c'est le cas aussi du photophone sujet de cette étude.

Mais si ces divers procédés rendent possible la transmission ou la reproduction de la voix humaine, c'est aussi grâce à la délicatesse prodigieuse de notre ouïe. Aucune méthode connue d'amplification n'a été capable de révéler physiquement les déplacements vibratoires d'une membrane téléphonique réceptrice, lorsque celle-ci servait à recueillir, non une note musicale, mais la parole. Et cependant ces déplacements existent. Cela prouve donc uniquement qu'ils sont d'une amplitude extraordinairement petite. C'est justement là le secret de la possibilité des téléphones. Pour des variations si faibles, d'un jeu si peu étendu, l'élasticité des lames métalliques, la pression de deux substances déjà en contact, la résistance électrique d'un conducteur, la sensibilité à la lumière, etc., peuvent être considérées comme rigoureusement proportionnelles aux causes qui les forcent à se modifier. En d'autres termes, les effets sont dans la plus complète dépendance des causes.

Cela explique aussi pourquoi il est si difficile d'augmenter la puissance des téléphones au delà d'une certaine limite. Passé une certaine amplitude, la dépendance en question n'existe plus, les appareils fonctionnent mal.

Quelles pourront être les applications pratiques du photophone?

Il est toujours dangereux de risquer des prophéties, qu'elles soient optimistes ou pessimistes. Nous croyons pourtant que le photophone ne détrônera pas le téléphone. Sans doute il est éminemment commode de pouvoir transmettre des messages sans l'intermédiaire de conducteurs coûteux, embarrassants et sujets à des accidents. Mais ces conducteurs peuvent suivre des chemins détournés, tandis qu'un rayon lumineux devra toujours être rectiligne. Il sera nécessaire, pour correspondre par le photophone, de disposer les deux stations de manière qu'aucun obstacle opaque, aucun mur, aucune maison, aucune montagne ne les sépare, ne coupe la ligne droite qui les réunit. On pourrait certainement se servir de réflecteurs, de miroirs métalliques ou autres, pour dévier le rayon, si cela est absolument indispensable; mais ces réflexions absorberaient une notable part du faisceau incident, et, lui enlevant la puissance, elles en réduiraient la portée.

Et cependant serait-il absurde d'espérer qu'on puisse arriver un jour à établir de véritables relais photophoniques? Non certainement au point de vue théorique. Qui pourrait empêcher le rayon lumineux d'impressionner un récepteur de sélénium dont la membrane agirait à son tour sur un rayon appartenant à une nouvelle source locale de lumière, — et ainsi de suite? Nous ne voyons pas *à priori* d'objection scientifique au fonctionnement de

ces relais successifs, et leur réalisation, si elle est jamais possible, permettra alors de mettre en correspondance deux points quelconques sans les astreindre à se voir l'un l'autre, suivant une ligne rigoureusement droite.

Mais les expériences manquent à cet égard, Bell n'en parle pas, et c'est une simple espérance, un peu téméraire, que nous nous risquons à formuler.

En dehors des applications publiques ou privées, il resterait encore bien des cas où cet appareil serait capable de rendre de réels services. Nos lecteurs se rappelleront sans doute les travaux géodésiques accomplis par le colonel Perrier et le général Ibanez, pour relier, par des triangulations directes, l'Espagne à l'Algérie.

Les feux électriques de la Sierra-Nevada et des montagnes africaines étaient réciproquement visibles pour ces deux stations. Eh bien, n'aurait-on pas pu utiliser ces mêmes feux pour se parler d'Espagne en Algérie au moyen du photophone?

Journal télégraphique — Octobre 1880

Nouvelles recherches et découvertes en photophonie.

...Leur appareil transmetteur est le même que celui qui à été décrit à l'occasion du photophone. C'est un miroir mince, contre lequel on parle et dont les courbures variables modifient constamment l'intensité d'un rayon lumineux réfléchi.

Quant au récepteur, il est constitué par une substance quelconque, mais les résultats les plus nets sont fournis par du noir de fumée recouvrant une gaze, tendue contre l'orifice d'un cornet acoustique.

L'expérience a parfaitement réussi à une distance de 40 mètres, du récepteur au transmetteur, et réussirait à coup sûr à des distances supérieures.

Voilà donc le photophone réduit à sa plus simple expression. — Plus de pile, plus de sélénium, plus de téléphone, mais seulement du noir de fumée et un miroir!

Les deux physiciens (MM. Bell et Tainter) ont remarqué, dans le cours de leurs expériences, que les sons les plus forts sont produits par les substances qui se présentent sous un état divisé, spongieux ou poreux, et par celles qui possèdent la couleur la plus foncée ou le pouvoir absorbant le plus considérable. Et voici quelle explication il est possible d'en donner. — Considérons, par exemple, le noir de fumée, dont la température s'élève sous l'influence des radiations de toute réfrangibilité. C'est une sorte d'éponge dont les pores sont pleins d'air au lieu d'être remplis d'eau. Lorsqu'un rayon de soleil vient à tomber sur sa masse, les particules s'échauffant, se dilatent et produisent naturellement un rétrécissement des cavités qui les séparent. Il en résulte une expulsion d'air analogue à l'expulsion de l'eau d'une éponge comprimée. La force d'expansion de l'air est encore accrue par sa dilatation propre, dilatation causée par le contact de la substance échauffée.

Lorsque la lumière est supprimée, le phénomène inverse a lieu. Le noir de fumée se contracte, ses interstices augmentent de volume, et une rentrée d'air se produit, qui rétablit par là l'équilibre des pressions.

On pourrait ainsi comprendre, ce que l'expérience vérifie, comment une substance du genre du noir de fumée fournit des vibrations intenses dans l'air qui l'environne, tandis qu'elle ne communique qu'une vibration très-faible à un diaphragme ou à un solide sur lequel elle est étendue.

C'est ce qu'avait observé de son côté M. W. Preece qui avait été amené à conclure que les membranes ne vibrent pas et que l'air seul entre en mouvement.

M. Bell n'est pourtant pas tout-à-fait d'accord sur ce point avec le savant électricien du Post-office, et il cite, à l'appui de son assertion, l'expérience qui consiste à faire tomber sur une membrane de microphone Blake, un rayon lumineux vibratoire. Un téléphone, placé dans le circuit secondaire du microphone, permet de recevoir la note. Il a donc fallu que la membrane ait vibré, dans le sens mécanique du mot.

Lord Rayleigh a même établi analytiquement qu'une série d'échauffements et de refroidissements successifs était capable de donner naissance à des vibrations d'une amplitude suffisante pour faire percevoir un son. Cette amplitude peut d'ailleurs ne pas dépasser un dix-millionième de centimètre.

Les sons produits à l'aide des liquides sont beaucoup plus difficiles à observer que ceux que l'on obtient avec les corps solides, bien que leur pouvoir absorbant considérable eût pu faire supposer le contraire.

Journal télégraphique — Mai 1881

ANNÉE MONDIALE DES COMMUNICATIONS

Mise en place d'infrastructures des communications

1983

L'Assemblée générale,

. . . . .

Reconnaissant l'importance fondamentale des infrastructures des communications en tant qu'élément essentiel du développement économique et social de tous les pays,

Convaincue qu'une Année mondiale des communications fournirait à tous les pays l'occasion d'examiner en profondeur et d'analyser leur politique en matière de développement des communications et encouragerait le développement accéléré d'infrastructures des communications,

1. Fait sienne la proposition formulée par le Conseil économique et social au paragraphe 1 de sa résolution 1981/60 et proclame l'année 1983 Année mondiale des communications: mise en place d'infrastructures des communications, l'Union internationale des télécommunications jouant le rôle d'institution responsable de l'Année et étant chargée de coordonner les aspects interorganisations des programmes et les activités des autres institutions;

2. Demande à tous les Etats de participer activement à la réalisation des objectifs de l'Année mondiale des communications;

. . . . .

Extrait de la résolution 36/40 de l'Assemblée générale des Nations Unies

Huitième séance du Comité interorganisations de l'Année mondiale des communications

La huitième séance du Comité interorganisations de l'Année mondiale des communications s'est tenue le 3 décembre 1981 au siège de l'UIT, sous la présidence de M. M. Mili, secrétaire général de l'UIT, désigné par l'Assemblée générale des Nations Unies comme coordonnateur de l'Année. Les organisations suivantes étaient représentées: Organisation des Nations Unies (ONU), Commission économique pour l'Afrique (CEA), Commission économique européenne (CEE), Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO), Organisation mondiale de la santé (OMS), Banque internationale pour la reconstruction et le développement (BIRD), Union postale universelle (UPU), Union internationale des télécommunications (UIT), Organisation météorologique mondiale (OMM) et Organisation intergouvernementale consultative de la navigation maritime (OMCI).

Dans son allocution de bienvenue, le secrétaire général de l'UIT a souligné que depuis la dernière séance tenue le 10 juillet 1981 au siège de l'UIT, la situation a évolué rapidement et favorablement puisque, le 19 novembre 1981, l'Assemblée générale des Nations Unies a proclamé officiellement l'année 1983 Année mondiale des communications (AMC) par la résolution A/RES/36/40 adoptée par consensus. Les contacts pris avec les pays donateurs et autres autorités intéressées à l'AMC ont montré que tous les milieux sont très favorables à ce projet.

Il a également indiqué que l'essentiel de l'Année se déroulerait sur le plan national, notant qu'il avait partout rencontré la ferme volonté de faire de cette Année mondiale une période où des projets concrets pourront être exécutés ou mis en chantier car les réalisations de l'Année ne prendront pas toutes fin en décembre 1983. La résolution de l'Assemblée générale des Nations Unies, a-t-il poursuivi, insiste sur la nécessité pour tous les pays d'examiner en profondeur et d'analyser leur politique en matière de développement des communications. L'AMC sera donc une année de réflexion qui verra la mise en œuvre d'un certain nombre de projets pouvant s'échelonner sur plusieurs années.

Au cours de la séance, les points suivants ont notamment été examinés:

1. Planification des préparatifs de l'AMC
2. Programme proposé par les différents organismes ou organisations du système des Nations Unies pour l'AMC
3. Mesures suggérées pour une participation effective au sein des comités nationaux de tous les secteurs d'activités intéressés au développement des infrastructures des communications
4. Adoption du « Guide de l'AMC »
5. Adoption de la présentation du « Répertoire des activités de l'AMC »
6. Examen de la liste des « Projets pilotes proposés dans le cadre de l'AMC » (voir l'encadré, page 79).

1. Le plan d'action pour les préparatifs de l'Année a été adopté. En ce qui concerne les six premiers mois de 1982, il comporte les étapes suivantes:

1 er trimestre

- Diffusion du Guide de l'Année: fin janvier
- Lettres annonçant l'Année aux: fin janvier
  - □ administrations
  - □ ministères des Affaires étrangères, par l'intermédiaire des missions permanentes
- Action générale d'information: fin mars
  - □ organisations régionales
  - □ organisations telles que l'Union européenne de radiodiffusion (UER), l'Union des radiodiffusions et télévisions nationales d'Afrique (URTNA), etc.
  - □ organismes scientifiques et exploitations privées reconnues
  - □ donateurs
  - □ universités
  - □ radio
  - □ presse

- Bulletin de l'Année, publié par le secrétariat de l'Année, trimestriellement en 1982 et bimestriellement en 1983
  - □ Bulletin de l'Année (n° 1): fin mars
- Préparation du Rapport au Conseil économique et social (ECOSOC): fin mars

2e trimestre

- Réunion du Comité inter-organisations: 15 avril
- Bulletin de l'Année (n° 2): juin
- Répertoire du programme: juin

2. Les différentes organisations représentées ont ensuite esquissé les programmes qu'elles mettent actuellement au point pour l'Année.

La division compétente de la CEA a envisagé certaines activités visant à promouvoir les télécommunications, qu'elle a proposées aux organes législatifs de la Commission, mais pour lesquelles elle n'a pas pu obtenir les fonds nécessaires. On espère pouvoir trouver d'autres sources de financement pour ces activités qui, à l'intérieur de la région de l'Afrique, ont trait au réseau panafricain de télécommunication (PANAFTEL), aux communications par satellite pour l'Afrique, à la radiodiffusion pour le développement national et aux techniques de communications pour le développement. Enfin, il est à souligner que 1983 verra le 25e Anniversaire de la CEA, ce qui ne manquera pas de rehausser l'impact de l'AMC en Afrique.

Le PNUD, rappelant que l'UIT est l'un des principaux agents d'exécution du PNUD, espère que l'intérêt suscité par l'AMC sensibilisera les pays en développement à l'importance des télécommunications et que ceux-ci demanderont au PNUD une aide accrue pour la mise en place d'infrastructures de communications. Le PNUD n'a pas encore défini l'orientation de son action, mais il semble que le mieux serait de passer par l'intermédiaire des représentants résidents. Il attend de l'UIT d'autres suggestions quant à la manière dont il pourrait apporter un appui efficace à l'AMC.

Eu égard à la place prépondérante des télécommunications dans nombre des activités de la FAO, l'Année mondiale des communications favorisera non seulement la mise en place d'infrastructures des communications dans les pays, mais également des innovations utiles à l'agriculture.

L'UNESCO contribuera par des actions qui entrent dans son programme ordinaire et élaborera des projets pilotes. En outre, elle envisage de faire une série d'émissions radiophoniques d'information et de publier les communiqués de presse portant sur l'Année.

C'est dans le domaine de l'information et de l'éducation sanitaire que l'OMS compte mettre en relief l'importance du développement des communications. La structure de l'OMS, avec ses six bureaux régionaux et un personnel nombreux sur le terrain, lui permet de travailler en étroite collaboration avec le PNUD.

La Banque mondiale a prévu pendant les années 1982-1983 le financement d'un certain nombre de projets en matière de télécommunications; si l'AMC peut amener un plus grand nombre de pays en développement à s'intéresser davantage au secteur des télécommunications et à y accorder une priorité plus grande dans leurs divers programmes d'investissement, la Banque mondiale sera certainement favorable à toute demande de financement qui lui sera présentée.

L'UPU prévoit des activités menées sur le plan national visant à faire connaître l'Année ainsi que des activités internationales et régionales et, enfin, une série de projets pilotes axés sur des réalisations concrètes qui profiteront principalement aux pays défavorisés.

En ce qui concerne l'OMM, la Journée météorologique mondiale de 1983, dont la responsabilité a été confiée à l'équipe des observateurs du temps, sera étroitement liée à l'AMC. Par ailleurs, l'OMM publiera des communiqués de presse sur l'AMC et pourra également inclure dans les publications trimestrielles du *Bulletin de l'OMM* des articles à ce sujet. Enfin, sous réserve de décisions futures, la 9e session du Congrès météorologique mondial qui se

---

FICHE DU "REPERTOIRE DES ACTIVITES DE L'AMC" 1983

ANNEE MONDIALE DES COMMUNICATIONS
WORLD COMMUNICATIONS YEAR
AÑO MUNDIAL DE LAS COMUNICACIONES
1983

"WCY REGISTER OF ACTIVITIES" 1983

"REPERTORIO DE ACTIVIDADES DEL AMC" 1983

1. Contrôle N° Control No. Control N.°	2. Origine Origin Origen
3. Titre Title Título	
4. Genre d'activité Type of activity Tipo de actividad	
5. Lieu/Place/Lugar	6. Date/Fecha
7. Organisation Organization Organización	
8. Contact Contact Responsable	
9. Domaines principaux/Main subject area/Temas principales	

tiendra en mai 1983 pourrait être une tribune toute désignée pour attirer l'attention des membres de gouvernements, d'organisations régionales et autres organismes sur l'importance de l'Année mondiale des communications.

L'OMCI pourrait choisir pour la Journée maritime mondiale de 1983 un thème axé sur les radiocommunications maritimes; elle pourrait publier en 1983 une édition de *Nouvelles de l'OMCI* traitant de la contribution des radiocommunications maritimes à la sécurité de la navigation et à la lutte contre la pollution; elle pourrait également organiser, parallèlement à la 13e session de son Assemblée, une exposition spéciale où les visiteurs verraient la réplique d'une station radioélectrique de navire (installation d'un matériel moderne, notamment un équipement terminal de navire pour communications par satellite). Moyennant la coopération des autorités compétentes du Royaume-Uni, des dispositions pourraient être prises pour que cette station radioélectrique communique avec des navires en mer au cours de vacations fixées à l'avance.

Enfin, le Comité interorganisations a pris note des informations écrites transmises antérieurement par l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) en ce qui concerne 1983 et qui se réfèrent aux études régionales pour les télécommunications aéronautiques entreprises par cette organisation. Dans le cadre de l'Année mondiale des communications, l'attention des Etats et des établissements financiers sera attirée sur les recommandations contenues dans ces études et dans d'autres études analogues que l'organisation fera au cours de son prochain programme de trois ans. En outre, 1983 sera l'année où se tiendra l'Assemblée de l'OACI. Des activités sont à l'étude, par exemple une exposition consacrée aux télécommunications aéronautiques qui pourrait être organisée au siège de l'organisation à l'occasion de son Assemblée. Enfin, l'organisation se propose de consacrer en 1983 un numéro de son *Bulletin* aux communications aéronautiques.

3. Pour ce qui est des mesures propres à obtenir une participation effective au sein des comités nationaux de tous les secteurs d'activités intéressés au développement des infrastructures des communications, le comité interorganisations a décidé que chaque organisation adresserait au ministère avec lequel elle est en contact une lettre le priant de se mettre en rapport avec les autorités compétentes des communications responsables de la création du comité national du pays considéré.

4. Le Guide de l'Année mondiale des communications, ouvrage de base pour aider à la mise en œuvre des programmes de l'Année, a ensuite été adopté (voir le *Journal des télécommunications*, janvier 1982, pages 13 à 23).

5. La présentation du Répertoire des activités de l'AMC a également été adoptée: tout projet appartenant au programme de l'Année mondiale des communications pourra être ainsi décrit et figurera dans le Répertoire des activités de l'Année dans le format reproduit ci-contre.

Les projets pilotes de l'Année mondiale des communications

Comme l'indique la résolution A/RES/36/40 de l'Assemblée générale des Nations Unies, l'Année mondiale des communications sera l'occasion, pour tous les pays, «d'examiner en profondeur et d'analyser leur politique en matière de développement des communications» et d'encourager «le développement accéléré d'infrastructures».

Ainsi, l'Année mondiale sera axée non seulement sur une réflexion quant au développement des infrastructures, mais sur des activités concrètes dans ce domaine.

C'est pourquoi, à la demande de nombreux donateurs potentiels, une «liste de projets pilotes» proposés pour l'Année a été établie. Ces projets visent à améliorer les infrastructures sur le plan national, régional ou mondial et seront mis en œuvre par un apport financier international. Il s'agit de projets concrets qui constituent des réalisations devant servir d'exemples pouvant apporter des enseignements valables pour d'autres pays ou régions et pouvant stimuler la mise en œuvre de projets similaires.

Cette liste de 50 projets, établie par l'UIT, l'UPU et la CEA, n'est pas exhaustive. Bien entendu, certains donateurs ou certains gouvernements bénéficiaires peuvent en proposer d'autres.

Les donateurs disposés à financer tout ou partie d'un projet pilote, voire plusieurs (le coût des projets pilotes varie de 100 000 à plusieurs millions de dollars des Etats-Unis), sont priés de se mettre en rapport de toute urgence avec le secrétariat de l'Année qui leur fournira toutes les indications voulues sur la procédure à mettre en œuvre ainsi que la liste des projets pilotes qui concernent les domaines suivants: radiodiffusion, équipements, maintenance, surveillance, service maritime, réseaux, propagation, formation professionnelle, services postaux.

Chaque projet pilote, décrit sur une page, comporte les informations suivantes:

— titre de projet,
— durée de réalisation,
— objectifs principaux,
— justification,
— résultats attendus,
— éléments de base des rendements,
— coûts approximatifs.

Contributions volontaires au fonds de l'Année mondiale des communications

A la date du 1er janvier 1982 des contributions volontaires ou en nature en provenance des pays suivants avaient été annoncées: **Allemagne (République fédérale d'), Bolivie, Bulgarie, Cameroun, Etats-Unis, Inde, Indonésie, Japon, Koweït, Liechtenstein, Luxembourg, Malaisie, Malawi, Mali, Oman, Pakistan, Pays-Bas, Suède, Venezuela.**

En outre, un grand nombre d'autres pays étudient actuellement le montant et la forme de leur contribution volontaire au Fonds de l'Année.

La liste officielle détaillée des contributions volontaires sera publiée le **17 mai 1982** à l'occasion de la 14e Journée mondiale des télécommunications.

Projets et réalisations

Le nouveau Règlement des radiocommunications

Les millions de pages de documents imprimées pour la Conférence administrative mondiale des radiocommunications (CAMR-79) ont été passées au crible des discussions et des négociations passionnées pendant 74 jours pour aboutir finalement à cet ouvrage remarquable et surtout indispensable qu'est le «Règlement des radiocommunications», dont les dispositions sont entrées en vigueur le 1er janvier 1982.

Les autorités gouvernementales participant à la conférence avaient présenté des milliers de propositions pour amender et mettre à jour la version de 1959 du Règlement des radiocommunications qui, avec les appendices, les résolutions, les recommandations et le Règlement additionnel, comptait 1524 pages. Le travail a été réparti entre neuf commissions qui créèrent des groupes et des sous-groupes de travail pour examiner chaque proposition et se prononcer à son sujet afin d'établir la nouvelle version révisée du Règlement. La Commission 5, à elle seule, a eu à connaître de 12 832 propositions.

Douze fois la hauteur de la tour Eiffel

Pour que les propositions, contrepropositions et accords puissent franchir le stade préparatoire et le stade de la conférence elle-même, y compris les actes présentés en première lecture (séries bleues), en deuxième lecture (séries roses) et les Actes finals (séries blanches) — le tout en trois langues —, le Département des conférences et des services communs a dû, pour assurer l'ensemble des opérations de la CAMR-79, dactylographier, imprimer, assembler et distribuer 51 393 608 pages de format A4, chiffre vertigineux quand on songe que, s'il avait été possible d'empiler toutes ces pages les unes sur les autres, on aurait atteint une hauteur de 3600 m, soit 12 fois la hauteur de la tour Eiffel.

Mille huit cent dix-huit délégués inscrits, dont 1703 provenaient des administrations nationales, ont présenté leurs propositions écrites ou orales lors de 1253 séances épuisantes en assemblée plénière, en commission, en groupe ou en sous-groupe de travail, sans compter les innombrables rencontres officieuses et les échanges de vues qui se sont tenus pendant cette session étendue sur près de 11 semaines.

Le Secrétariat de l'UIT, en opérant quelques redistributions de personnel, en ne recourant qu'à un minimum de recrutement nouveau et en assurant vers la fin une production continue 24 heures sur 24 est, dans l'ensemble, parvenu à faire face à l'avalanche de tâches qu'entraînaient les négociations et les accords.

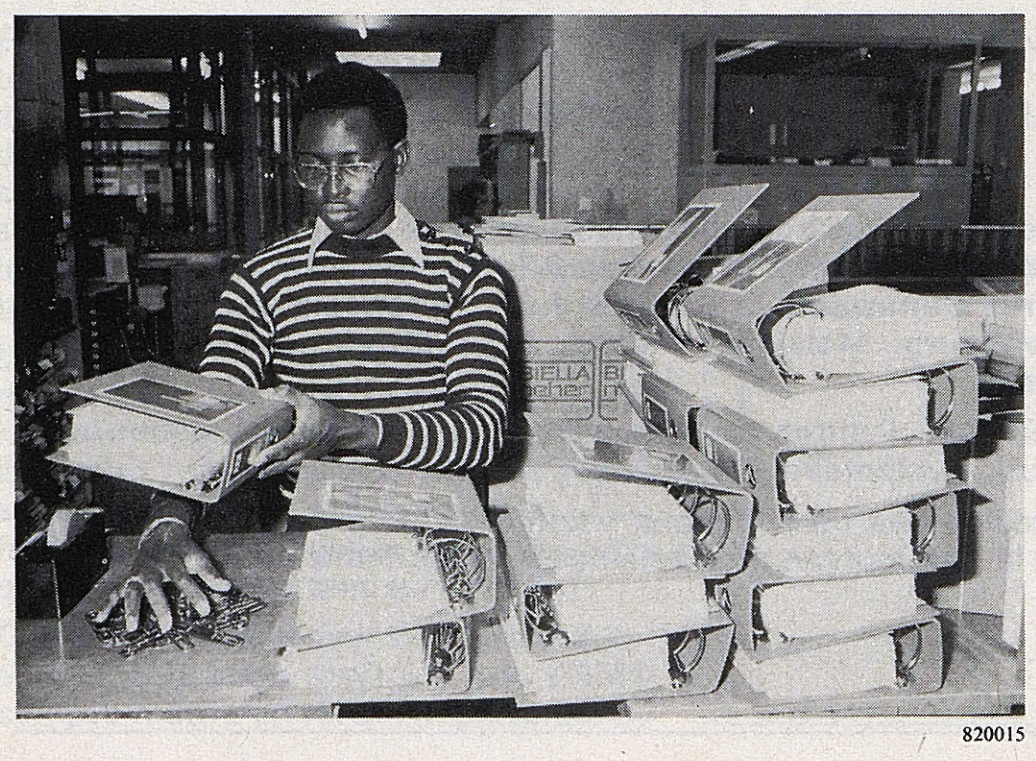
En fin de compte, le dernier jour de la conférence, le 6 décembre 1979, a vu la distribution à toutes les délégations des Actes finals du nouveau Règlement des radiocommunications, prêts pour la signature officielle.

Un ouvrage de 1716 pages

Une fois le texte du nouveau Règlement arrêté sous sa forme définitive, on a procédé à la composition des 1716 pages, à leur impression, leur assemblage et leur expédition, toutes opérations qui prennent beaucoup de temps. Les 2500 exemplaires demandés en français et les 2000 exemplaires demandés en espagnol représentaient de grosses commandes qui ont été assurées par un éditeur au courant de la présentation des documents de l'UIT et ne soulevèrent aucune difficulté.

820016

Des volontaires collaborent dans diverses étapes de sous-assemblage et d'empaquetage des 10 000 jeux de deux volumes du Règlement des radiocommunications afin que l'ouvrage puisse être entre les mains des administrations et autres services intéressés avant l'entrée en vigueur du Règlement



820015

820014

Le marché pour les 10 000 exemplaires de la version anglaise a été adjugé à une imprimerie de Lausanne (Suisse). Cette maison avait déjà fait des travaux d'impression pour l'UIT auparavant mais pas dans le format spécial exigé pour le Règlement des radiocommunications.

Environ six semaines avant la date limite d'expédition des ouvrages, le directeur de l'imprimerie s'est aperçu que son personnel, aussi expérimenté soit-il, ne pourrait assembler en temps utile les 8 580 000 feuillets du Règlement, en jeux de deux volumes. Si de nombreuses sections des livres pouvaient être l'objet d'un sous-assemblage mécanique, les 26 feuillets intercalaires en carton laminé et les 20 tableaux dépliants devaient être ajoutés à la main puis placés dans les classeurs, ce qui créait un obstacle pratiquement insurmontable.

Le marché prévoyait une somme pour le montage et l'emballage des livres. Les fonds étaient donc disponibles. Il ne restait plus qu'à trouver les personnes et le temps nécessaires pour mener rapidement le travail à bonne fin.

Appel aux bonnes volontés

Le directeur de l'imprimerie, membre d'une association à but non lucratif et humanitaire, savait que cette association cherchait les moyens de se procurer des fonds pour rénover un vieux bâtiment et créer un centre culturel de rencontre pour la jeunesse dans la ville suisse si pittoresque de Romainmôtier.

Il proposa donc à l'association d'assembler le Règlement des radiocommunications, moyen inespéré de recueillir des fonds pour le centre d'accueil pour jeunes, et solution de la dernière chance pour que les livres puissent sortir en temps utile.

Unanimement, les membres de cette association répondirent à l'appel. Par douzaines avec leurs familles et leurs amis, ils se rendirent aux ateliers de l'imprimerie la nuit comme les samedis et dimanches pour y assembler les livres. Trois étudiants congolais qui fréquentent l'Université de Lausanne grâce à des bourses de cette association se joignirent à eux et leurs chants spontanés égayèrent les longues séances d'assemblage. Les livres commencèrent à sortir.

Les employés de l'imprimerie, pris au jeu, se proposèrent pour travailler également en heures supplémentaires. Ils décidèrent que le fruit de leur travail irait appuyer l'Année internationale des handicapés et les sommes correspondant à leurs heures supplémentaires furent remises au Comité suisse qui fut chargé de les répartir entre ses nombreux projets.

Ainsi, grâce aux efforts combinés et à la bonne volonté de tous, le Règlement des radiocommunications est sorti en temps utile pour les administrations et autres services qui en ont besoin. En outre, il a bénéficié de façon inattendue à un centre pour jeunes ainsi qu'aux handicapés.

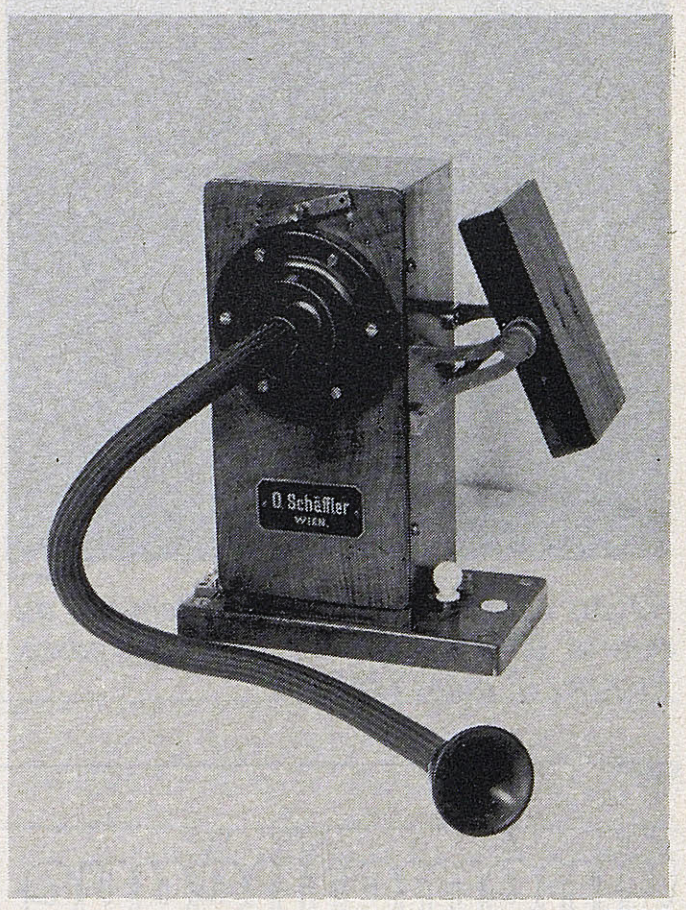
Autriche: 100e anniversaire du service téléphonique

La naissance du service téléphonique en Autriche peut en fait être célébrée à deux dates différentes: le 3 juin 1881, une licence fut accordée pour l'exploitation d'un service téléphonique dans un rayon de 15 km autour de la flèche de la cathédrale Saint-Etienne. Toutefois, l'Administration autrichienne considère que la date officielle est le 1er décembre 1881, jour où le service fut effectivement mis en exploitation. La compagnie concessionnaire était la *Wiener Privat-Telegraphen-Gesellschaft* avec 154 abonnés. Dix ans plus tard, ceux-ci étaient au nombre de 11 095. En 1901, le nombre des abonnés était de 34 651 et en 1918 (c'est-à-dire à la fin de la monarchie) il était voisin de 300 000. On aura une idée de la très grande faveur que rencontre le téléphone en Autriche, si l'on considère qu'en ce 100e anniversaire le pays compte plus de 3 millions d'abonnés pour une population de 7,5 millions d'habitants.

Parmi les abonnés de la Wiener Privat-Telegraphen-Gesellschaft se trouvait un certain Otto Schäffler, mécanicien d'origine allemande, qui s'était établi à Vienne. Il avait fabriqué quelques dispositifs destinés au télégraphe, et on l'avait chargé d'effectuer la maintenance et les essais des postes téléphoniques. La compagnie concessionnaire lui commanda également la contruction du premier central téléphonique de Vienne; ce central fut implanté au numéro 6 de la Friedrichstrasse, dans le 1er arrondissement de la ville. La première liste d'abonnés fut publiée dans un numéro d'octobre 1881 du journal local.

C'est le 18 avril 1882 que fut mis en service la première cabine téléphonique publique, dans les locaux de la Bourse de Vienne. Il fallait introduire une «carte de téléphone» coûtant 20 kreutzer pour mettre l'appareil en marche.

Entre-temps, la *Consolidated Telephone Construction and Maintenance Company Limited* de Londres (plus tard, la *Telephone Company of Austria*) avait obtenu l'autorisation d'installer et d'exploiter des réseaux téléphoniques dans plusieurs grandes villes de l'empire d'Austro-



820017

Téléphone sur table (1884) fabriqué par l'entreprise Otto Schäffler

820018

Central téléphonique de la Berggasse, Vienne, en 1914

Hongrie. A partir du 12 août 1882, il fut possible d'établir des communications avec Graz, Prague et Trieste. D'autres villes furent ajoutées à cette liste en 1883. Le circuit le plus long était le circuit Vienne—Trieste (506 km); c'était en fait un des plus longs d'Europe, avec un central intermédiaire à Graz.

820019

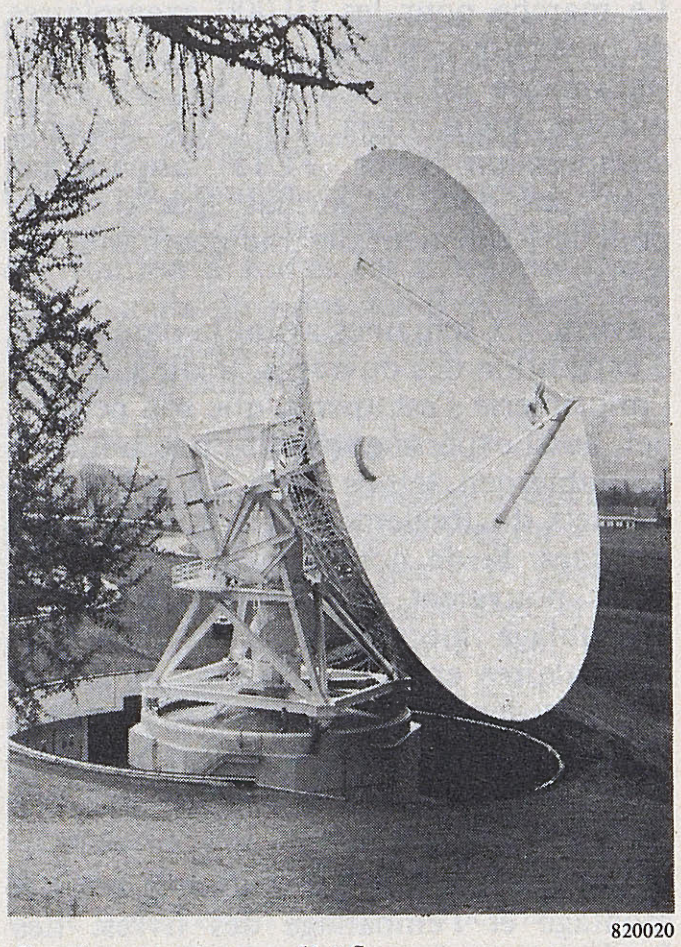
Dégâts causés par les bombardements au central téléphonique de la Neutorgasse, Vienne, 12 mars 1945

Les réseaux téléphoniques passèrent sous le contrôle de l'Etat le 29 juin 1887. La même année fut publié le premier Règlement téléphonique, qui mettait l'accent sur le rôle du téléphone comme moyen de distribution et d'enregistrement des télégrammes. C'était en fait le rôle le plus important du service téléphonique. Les réseaux se développèrent à un rythme régulier et la plupart des villes furent interconnectées dans un délai relativement court.

Le premier poste téléphonique public à jetons fut mis en service en 1903, dans la Gare du Sud de Vienne.

Le service téléphonique semi-automatique fut introduit pour la première fois à Graz, en 1910, à titre expérimental. Il desservait 2000 abonnés privés et 1200 entreprises. Le système s'étant révélé satisfaisant, il fut mis en service à Vienne au début de 1914. La modernisation du réseau national fut reprise en 1920, après la Première Guerre mondiale et la chute de la monarchie.

Le réseau téléphonique a beaucoup souffert des destructions causées par la Seconde Guerre mondiale; pour sa reconstruction, l'administration décida de choisir un système moderne. Le choix se porta sur le système «48», dans lequel la taxation est opérée au moyen d'impulsions, et qui constitua la base du développement ultérieur de l'automatique interurbain. Ce dernier système, appelé «51»



820020

Station terrienne d'Aflenz

(1951), nécessita la pose de câbles coaxiaux et l'application des techniques des faisceaux hertziens hyperfréquences. Le réseau national fut entièrement automatisé en 1972 et, aujourd'hui, les abonnés autrichiens peuvent communiquer avec la plupart des régions du monde en automatique international. — *Administration autrichienne.*

Cinémathèque de l'UIT

Ref: ITU-237

Pays — Country — País: FRANCE — FRANCIA (1978)

Titre — Title — Título: LA KATYDIDE (The katydid — La cigarra)

Format — Size — Tamaño: 16 mm

Durée — Duration — Duración: 18 min

Langue — Language — Idioma: français — French — francés

Observations — Remarks — Observaciones: couleur — colour — color

Sujet — Subject — Asunto:

A l'occasion de la préparation d'une thèse où l'on fait connaissance d'un insecte, la katydide, doté par la nature d'extraordinaires facultés de communication, un jeune homme découvre la station de télécommunications par satellites de Pleumeur-Bodou et le Centre national d'études des télécommunications de Lannion. Ce film montre que les télécommunications font partie de notre vie quotidienne et donne un aperçu de la technologie mise en œuvre dans le domaine des télécommunications par satellites.

Il s'adresse à tous les publics.

While preparing a thesis on a strange new insect, the "katydid", possessing remarkable communication faculties, a young man discovers the Pleumeur-Bodou telecommunication satellite station and the *Centre national d'études des télécommunications* at Lannion. This film shows how telecommunications form part of our daily life and gives an insight into telecommunication-satellite technology.

Audience: general.

Con motivo de la preparación de una tesis en la que se observa con detalle a un insecto, la cigarra, dotado por la naturaleza de extraordinarias facultades de comunicación, un joven descubre la estación de telecomunicaciones por satélite de Pleumeur-Bodou y el *Centre national d'études des télécommunications* de Lannion. Esta película muestra que las telecomunicaciones forman parte de nuestra vida cotidiana y da una idea general de la tecnología utilizada en el sector de las telecomunicaciones por satélite.

Carácter: general.

Editeur — Producer — Editor: PTT, France

Date d'arrivée à l'UIT — Date of arrival at ITU — Fecha de recepción en la UIT: 1979

spécial « fibres optiques »

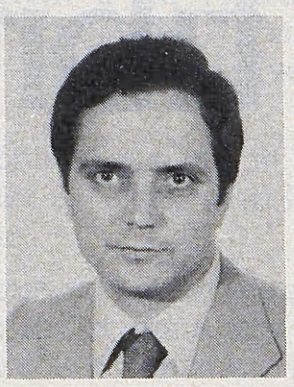
(2e partie)*

	Page
Systèmes de transmission sur fibres optiques ■ A. MONCALVO et R. PIETROIUSTI	84
Application des fibres optiques dans les réseaux locaux et les réseaux ruraux ■ G. SCHWEIGER et H. MIDDEL	93
Applications des fibres optiques dans les réseaux de jonction ■ O. COTTATELLUCCI, F. LOMBARDI et G. PELLEGRINI	101
Application des fibres optiques dans les réseaux interurbains ■ C. J. LILLY	109
Application des fibres optiques dans les systèmes en câbles sous-marins ■ I. YAMASHITA, Y. NEGISHI, M. NUNOKAWA et H. WAKABAYASHI	118
Données fondamentales sur les systèmes à fibres optiques déjà mis en service dans plusieurs pays ■ P. MATTHIJSSE	124
Conclusion ■ F. BIGI et G. BONAVENTURA	130

* La première partie de ce numéro spécial (Composants optiques) a été publiée en novembre 1981.

Systèmes de transmission sur fibres optiques

par
A. MONCALVO
Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni (CSELT)
Turin



et
R. PIETROIUSTI
Società Italiana per l'Esercizio Telefonico (SIP)
Rome
(Italie)

1. Introduction

DANS bien des pays, les systèmes de télécommunication en fibres optiques multimodes de la première génération écoulent aujourd'hui du trafic téléphonique commercial. On doit voir dans ce résultat l'aboutissement de dix années de recherches intensives, grâce auxquelles la compréhension des phénomènes de base a permis la mise au point de toutes les unités dont se compose un système.

Nous traiterons, dans le présent article, de l'étape finale de la réalisation des systèmes en fibres optiques, à savoir de la conception des systèmes eux-mêmes – processus selon lequel, en partant des propriétés de chacune de ses unités constitutives, on parvient à évaluer les performances d'un système. Nous exposerons brièvement les difficultés auxquelles on se heurte au cours de ce processus ainsi que les différentes solutions qui ont été proposées.

2. Systèmes de transmission numérique

On a, en règle générale, consacré le plus d'attention aux systèmes numériques, et cela pour deux raisons: d'une part les systèmes optiques se prêtent bien à la transmission d'informations mises sous forme numérique, d'autre part, dans le monde entier, on observe une tendance au passage du réseau analogique actuel à un réseau intégré entièrement numérique.

2.1 Modèle d'un système de transmission numérique sur fibres optiques

Le schéma de principe d'un tel système est représenté sur la figure 1.

A l'extrémité d'émission, un codeur convertit la séquence de symboles binaires (entrée des données) de débit f_0 en une séquence de symboles de débit $f_s = \frac{1}{T}$ de propriétés adéquates.

Ce signal, par l'intermédiaire d'un circuit d'excitation, module l'intensité lumineuse d'une source optique, qui peut être une diode photoémettrice (LED) ou un laser, si bien qu'une impulsion optique rectangulaire ayant un facteur de forme donné se trouve associé à chaque symbole d'entrée. La puissance émise étant à limitation de crête, le choix du facteur de forme résulte d'un compromis entre l'accroissement de l'énergie de l'impulsion injectée E_i et l'augmentation de bruit due au réseau de compensation du récepteur. Les valeurs couramment utilisées se situent entre 50 et 100%.

Pendant leur propagation, les impulsions subissent de l'affaiblissement et de la distorsion. On peut à cet égard se représenter la fibre comme un système dans la bande de base dont la fonction de transfert est donnée approximativement par:

$$H_F(f) = \mathrm{e}^{-K[\alpha l + 3(fTf_n)^2]} \qquad (1)$$

formule dans laquelle

$K = \frac{1}{10} \log \mathrm{e}$

l est la longueur de la fibre (km)

α est l'affaiblissement (dB/km)

$f_n = \frac{1}{TB}$ est le rapport du débit binaire $\frac{1}{T}$ des symboles à la largeur de bande électrique à -6 dB de la fibre.

Dans B interviennent à la fois la dispersion modale et la dispersion par le matériau. On peut exprimer approximativement cette quantité par:

$$B = \left[\sqrt{\frac{1}{B_0^2} l^{2E} + \left(\frac{10^6 M \Delta\lambda}{0{,}44}\right)^2 l^2}\right]^{-1} \qquad (2)$$

B_0 étant la largeur de bande (MHz) de 1 km de fibre due à la dispersion modale

E le facteur selon lequel la largeur de bande modale dépend de la longueur

M le coefficient de dispersion par le matériau (ps/nm · km) et

$\Delta\lambda$ la largeur de la raie de la source (nm).

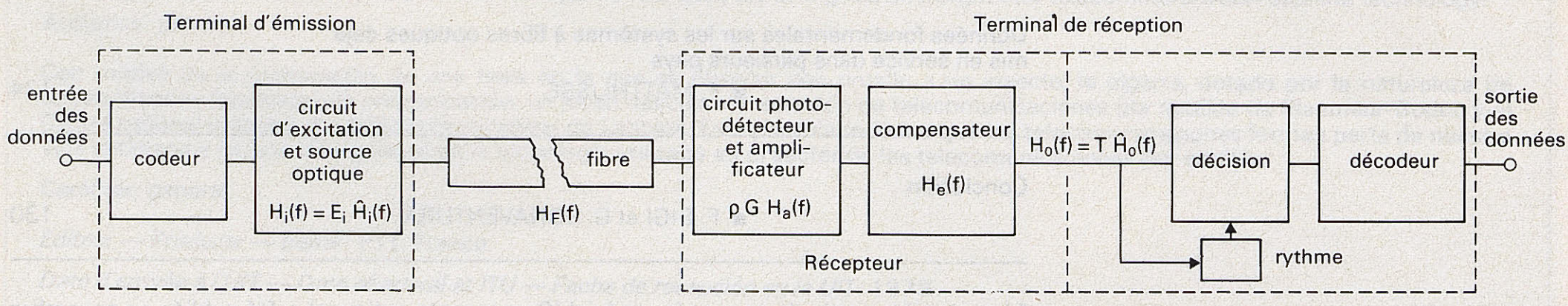


Figure 1 – Schéma de principe d'un système de transmission numérique sur fibres optiques

Tableau 1 — Paramètres typiques de sources optiques à semi-conducteur

paramètre	LED 1re fenêtre	laser 1re fenêtre	LED 2e fenêtre	laser 2e fenêtre	unité
puissance de crête injectée dans la fibre (cœur 50 µm; ouverture numérique 0,2)	0,05 ou plus	1 ou plus	0,05	1	mW
courant de seuil	—	50-100	—	100-200	mA
maximum à mi-largeur de la raie	30-50	2-5	60-120	10	nm
largeur de bande électrique à –6 dB	50	200 ou plus	50-100	200 ou plus	MHz
application typique	jusqu'à 50 Mbit/s	jusqu'à 1 Gbit/s	jusqu'à 150 Mbit/s	jusqu'à 1 Gbit/s	

L'énergie de l'impulsion E_0 à la sortie de la fibre est donnée par:

$$E_0 = E_i \, e^{-K\alpha l}$$

Au récepteur, les impulsions optiques sont converties en impulsions électriques au moyen d'une diode PIN ou d'un photodétecteur à avalanche (APD), puis amplifiées et égalisées de manière que l'on obtienne le rapport signal/bruit maximal.

La fonction de transfert du récepteur peut s'écrire $\rho\ G\ H_a(f)$, ρ étant la réponse du photodétecteur en A/W, G le gain d'avalanche moyen ($G = 1$ pour une diode PIN) et $H_a(f)$ la fonction de transfert du circuit photodétecteur et de l'amplificateur.

Le compensateur $H_e(f)$ est généralement conçu de manière à fournir une impulsion de sortie $h_0(t)$ sans brouillage entre symboles.

Le signal compensé est régénéré au moyen de la référence de temps extraite du signal lui-même, puis décodé afin de restituer la séquence d'information originale (sortie des données).

2.2 Choix de la source et réalisation du circuit d'excitation

Les lasers d'une part, et les LED d'autre part, ont des domaines d'application qui leur sont propres dans les systèmes optiques numériques; leurs paramètres typiques en sont indiqués dans le tableau 1.

Il est facile de commander à l'aide du courant appliqué la puissance optique émise par une source à semi-conducteur. Pour une LED fonctionnant en modulation à deux niveaux, il suffit d'une commutation du courant d'excitation entre une valeur voisine de zéro et une valeur maximale. L'impédance d'entrée d'une LED étant en gros une résistance de quelques ohms en parallèle avec quelques centaines de picofarads, un amplificateur de courant à un seul étage constitué d'un transistor pour hyperfréquences est capable de fournir la variation rapide de courant nécessaire. Deux schémas possibles, avec réseaux de compensation R-C, sont représentés sur la figure 2 [1]. Moyennant un réglage minutieux des éléments des réseaux, on peut obtenir des temps de montée et de descente de 2 à 3 ns.

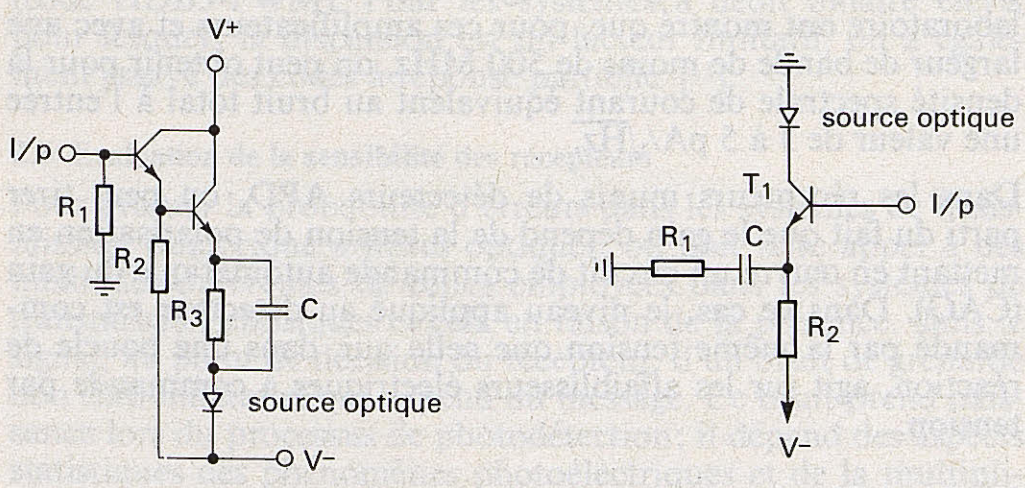


Figure 2 — Schéma de principe de l'utilisation de LED comme circuits d'excitation pour signaux numériques

On obtient le même effet en disposant un réseau d'accentuation à l'entrée du signal: non seulement on améliore ainsi le temps de montée de l'impulsion, mais on peut aussi compenser la coupure due à la voie optique. La température et le vieillissement n'ont guère d'effet sur les caractéristiques d'une LED, aussi n'est-il pas nécessaire d'avoir des circuits de commande de la puissance émise.

Pour ce qui est du laser, le point de fonctionnement en l'absence d'excitation est généralement réglé au-dessus du seuil avec une tension de polarisatrion continue à laquelle on superpose l'impulsion de modulation. On peut réaliser l'unité d'excitation au moyen des circuits dont il a été question plus haut pour la LED, et cela jusqu'à des débits de l'ordre de 50 Mbit/s. Aux débits binaires plus élevés, on peut employer des amplificateurs de tension dans une charge de 50 Ω. En pareil cas, pour assurer une bonne adaptation, on augmente (jusqu'à 50 Ω) l'impédance dynamique des sources optiques dans la largeur de bande considérée. Les performances, telles que les temps de montée et de descente et les suroscillations, dépendent de la largeur de bande et de la forme de la courbe de réponse de l'amplificateur.

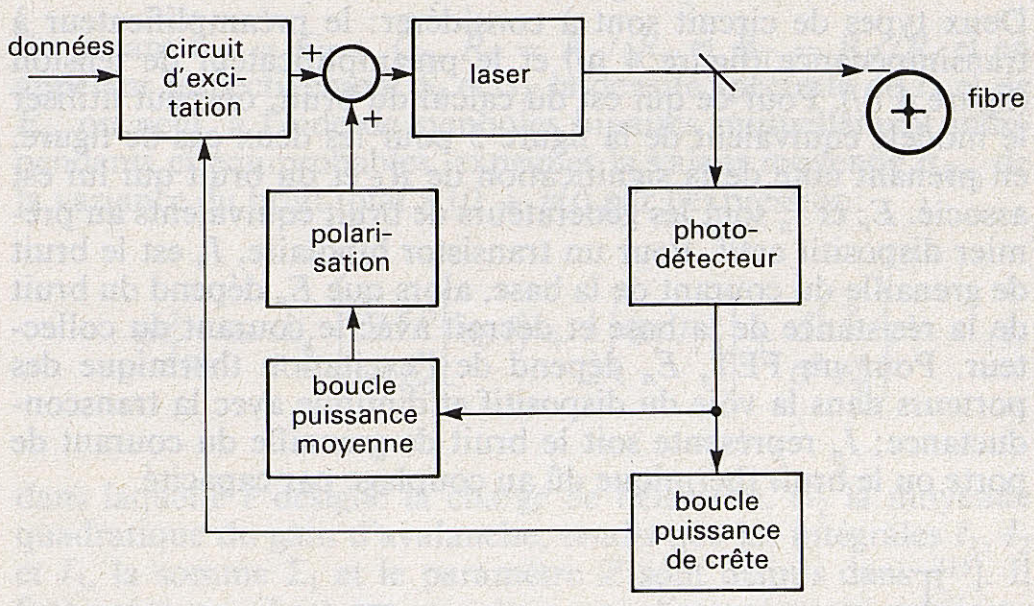


Figure 3 — Schéma de principe de la commande automatique de puissance d'un laser

La sensibilité des caractéristiques du laser à la température et au vieillissement exige que l'on munisse l'émetteur d'un circuit de commande automatique du niveau, cela pour que l'on puisse maintenir constantes la puissance de sortie et la profondeur de modulation en agissant sur la polarisation ou sur le courant de modulation. On fait appel à des circuits de réaction pour comparer une fraction de la lumière injectée dans la fibre à un signal de référence (voir la figure 3). La disposition la plus sim-

ple consiste à maintenir constante la puissance optique moyenne en réglant le niveau de polarisation; il ne faut pour cela qu'une boucle à courant continu. On peut obtenir une information en rapport avec les variations de la pente au-dessus du seuil à partir des variations de la puissance crête à crête, mesurées directement par un détecteur à grande vitesse et par un amplificateur presque égal à l'étage d'entrée du régénérateur. On peut obtenir cette même information à partir de la ligne à la fréquence de rythme d'un signal «retour à zéro» [2] ou encore, avec des circuits plus simples, à partir des variations de niveau d'une onde carrée de basse fréquence superposée au signal de polarisation [3].

2.3 Choix du détecteur et réalisation du récepteur

On peut, dans l'étage d'entrée du récepteur, employer des diodes PIN ou des photodétecteurs APD. Dans la première fenêtre, le mieux est d'employer un APD au silicium car l'économie de puissance optique due au gain d'avalanche justifie l'utilisation d'une tension de polarisation élevée. Dans la seconde fenêtre, les performances des APD au germanium ou quaternaires sont actuellement nettement moins bonnes, en raison du bruit engendré par le processus d'avalanche et du courant résiduel; aussi peut-on envisager comme autre solution un détecteur PIN couplé à un transistor à effet de champ (FET) [4]. Les principaux paramètres des détecteurs susceptibles d'être utilisés dans le système sont résumés au tableau 2.

Tableau 2 — Paramètres typiques de détecteurs optiques

paramètre	APD Si	APD Ge	PIN III-V	unité
réponse	0,7	0,6	0,4	A/W
gain utile	100	10	1	—
courant résiduel	1	100	10	μA
exposant d'excès de bruit	0,4	1	—	—

Il faut soigner la réalisation du préamplificateur qui suit le détecteur afin d'avoir un gain élevé et un faible niveau de bruit. Deux types de circuit sont à considérer: le préamplificateur à transimpédance (figure 4 *a)*) et le préamplificateur de tension (figure 4 *b)*). Pour ce qui est du calcul du bruit, on peut utiliser le modèle équivalent de la figure 5 pour les deux cas de figure, en prenant note de la signification de R_F et du bruit qui lui est associé. E_n et I_n sont les générateurs de bruit équivalents au premier dispositif actif. Pour un transistor bipolaire, I_n est le bruit de grenaille du courant de la base, alors que E_n dépend du bruit de la résistance de la base et décroît avec le courant du collecteur. Pour un FET, E_n dépend de l'excitation thermique des porteurs dans la voie du dispositif et diminue avec la transconductance; I_n représente soit le bruit de grenaille du courant de porte ou le bruit thermique dû au couplage par capacité.

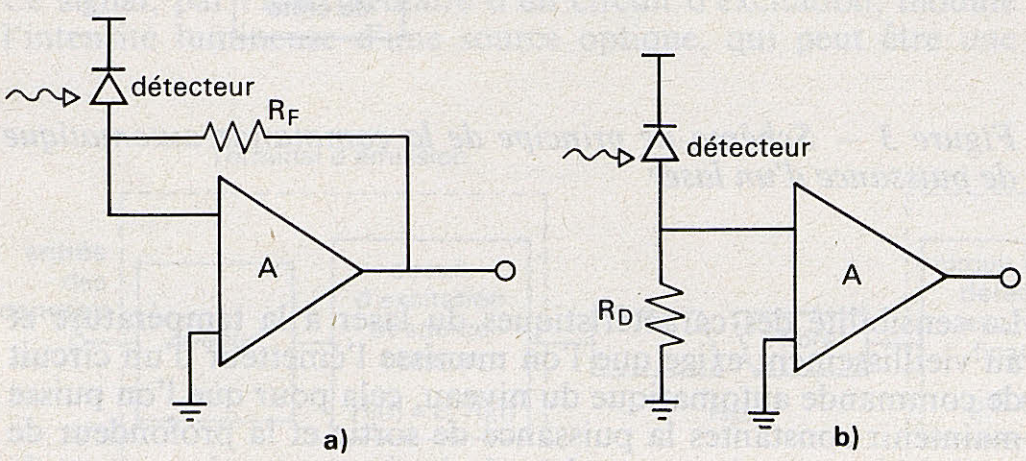


Figure 4 — Schéma de principe de circuits de préamplification: a) *transimpédance;* b) *impédance élevée*

Il faut procéder à une optimisation minutieuse pour choisir la résistance de réaction R_F; si l'on augmente la valeur de cette résistance, on améliore le rapport signal/bruit, mais on augmente l'impédance d'entrée et par conséquent aussi l'effet d'intégration de la capacité d'entrée [5]. Des essais en laboratoire ont montré que l'on peut obtenir une densité spectrale de courant équivalent au bruit total à l'entrée qui soit de 1,5 $pA/\sqrt{Hz}$ seulement pour un préamplificateur à transimpédance utilisant des transistors bipolaires, cela avec une largeur de bande de moins de 50 MHz et une résistance de réaction de 80 kΩ.

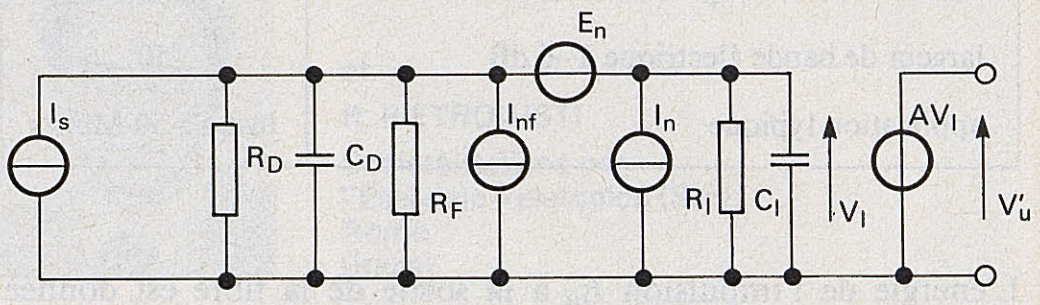


Figure 5 — Circuit équivalent de bruit pour le photodétecteur et l'amplificateur

I_s = *générateur de courant du signal optique équivalent*
R_D = *résistance de polarisation du photodétecteur*
C_D = *capacité de jonction du photodétecteur*
E_n = *générateur de tension de bruit équivalente de l'amplificateur*
I_n = *générateur de courant de bruit équivalent de l'amplificateur*
C_I = *capacité d'entrée de l'amplificateur*
R_I = *résistance d'entrée du premier étage*
R_F = *transimpédance de l'amplificateur*
I_{nF} = *générateur de courant de bruit thermique équivalent correspondant à* $R_D//R_F$
A = *gain de tension de l'amplificateur en circuit ouvert*

Pour une largeur de bande de 100 MHz et une transimpédance de 5 kΩ, on peut obtenir une densité spectrale de 5 $pA/\sqrt{Hz}$. Les résultats expérimentaux obtenus sur un préamplificateur à transimpédance muni d'un FET comme premier étage ne se sont pas révélés aussi satisfaisants.

L'amplificateur de tension convient mieux dans les systèmes à grande largeur de bande (plus de 100 MHz). A ces fréquences, le temps de propagation dans la boucle de l'amplificateur de réaction réduit la marge de phase et se révèle ainsi très désavantageux. Le préamplificateur à haute impédance est plus simple et moins cher, mais il nécessite la présence d'un réseau de différentiation pour compenser l'effet d'intégration dû à la capacité totale d'entrée. Un montage dont les performances en matière de bruit sont bonnes consiste en un premier étage du type FET comme source commune, suivi d'un drain commun pour adaptation des impédances. Cela augmente le gain du premier étage et rend négligeable le bruit des étages ultérieures. Un amplificateur à étage d'entrée à émetteur commun avec transistors bipolaires peut également être utilisé dans de bonnes conditions. On introduit dans le circuit une inductance de collecteur pour compenser en partie l'étage d'intégration d'entrée. Des essais de laboratoire ont montré que, pour ces amplificateurs et avec une largeur de bande de moins de 500 MHz, on peut obtenir pour la densité spectrale de courant équivalent au bruit total à l'entrée une valeur de 3 à 5 $pA/\sqrt{Hz}$.

Dans les récepteurs munis de détecteurs APD, on peut tirer parti du fait que le gain dépend de la tension de polarisation en mettant en œuvre un circuit de commande automatique du gain (CAG). Dans ce cas, le niveau appliqué au détecteur est commandé par la même tension que celle qui, dans une boucle de réaction, agit sur les affaiblisseurs électriques à commande par tension.

2.4 Acquisition du rythme

Dans tout régénérateur, on a besoin d'une information de rythme pour rétablir comme il convient le signal numérique. Plu-

sieurs procédés décrits dans les publications techniques pour extraire des données le signal de rythme peuvent être effectivement mis en œuvre dans les liaisons optiques. Ils impliquent en général l'emploi d'un dispositif non linéaire sensible aux transitions du signal ainsi que d'un circuit accordé sur le débit binaire, propre à éliminer la gigue du signal reconstitué. Ce circuit est généralement constitué par une boucle à verrouillage de phase qui permet d'obtenir une très faible largeur de bande de bruit. Des études sur l'accumulation de la gigue [6] ont montré qu'il existe une contribution due au bruit de grenaille, mais qu'on peut la maintenir dans des limites tolérables moyennant une réalisation convenable du circuit.

2.5 Codage en ligne

Une question importante dans la réalisation des systèmes de transmission numérique sur fibres optiques est le choix du code en ligne. En fait, ce code doit satisfaire à de nombreuses conditions: une mise en forme appropriée de la densité spectrale de puissance, la récupération de l'information de rythme, le contrôle en cours de service des erreurs aux terminaux et aux répéteurs, le verrouillage de trame et, au décodage, une faible probabilité d'accroissement des erreurs.

On donne en général la préférence aux codes binaires afin d'éviter les difficultés pouvant résulter de la non-linéarité des caractéristiques de la source optique et du fait qu'elles dépendent de la température.

Etant donné que, dans les systèmes optiques, le découplage s'effectue au moyen de réseaux RC, la réduction du contenu du spectre basse fréquence est bien moins importante que dans le cas des systèmes à conducteurs métalliques dans lesquels on emploie des transformateurs, de sorte que l'on peut obtenir des caractéristiques convenables du signal au moyen d'embrouilleurs. La protection contre les erreurs peut alors s'obtenir moyennant l'insertion, dans le train de données transmises, de bits de parité [7] ou de bits complémentaires [8].

Des codes à blocs de deux niveaux du type $nB\ mB$ (avec $m > n$), qui convertissent les blocs de n bits en blocs de m bits de manière telle que la différence entre le nombre des signaux de travail et de repos transmis soit nulle en moyenne, satisfont aux conditions susmentionnées, tout en n'introduisant qu'une légère redondance supplémentaire.

Parmi les codes de ce genre, on considère en général que le code 5B6B constitue le meilleur compromis entre la complexité du code et le supplément de redondance. Avec le code 6B8B, on peut se contenter d'un très simple contrôle des erreurs aux répéteurs intéressés, en détectant les variations de la composante continue à la sortie d'un circuit bistable commuté par chaque état de travail du signal transmis [9].

Lorsque l'élargissement des impulsions n'entraîne pas de conséquences sérieuses, on peut donner la préférence à un code 1B2B, comme le code CMI *(coded mark inversion)*, déjà utilisé dans les interfaces numériques à 140 Mbit/s, parce que sa mise en œuvre est facile. On a récemment proposé la modulation des impulsions en largeur [10] (PWM – *pulse width modulation*) en vue de transposer les symboles du code HDB3, normalisé pour les interfaces numériques à 8 et à 34 Mbit/s, sous forme d'impulsions à deux niveaux de facteurs de forme différents (code HDB3-PWM). Pour les systèmes à débit binaire élevé, pour lesquels la dispersion est un facteur limitatif, on a également essayé des codes à réponse partielle [11].

2.6 Evaluation de la sensibilité des récepteurs

Pour évaluer la probabilité d'erreurs dans les systèmes de transmission numérique à fibres optiques, on doit faire appel à des méthodes différentes de celles employées dans les systèmes de transmission classiques et cela en raison de la présence, dans le signal, au point de décision du récepteur, d'un bruit de grenaille non stationnaire et qui dépend du message. Ce bruit prend naissance lors du processus de photodétection; il dépend des aspects statistiques des phénomènes photoélectriques et de la multiplication par avalanche. Dans la pratique, on peut représenter le processus de photodétection par un modèle comportant deux stades. Dans le premier, l'énergie lumineuse incidente est convertie en électrons «primaires», dont les instants de génération forment un processus de Poisson, avec une fonction d'intensité proportionnelle à l'énergie optique incidente. Dans le second, ces électrons primaires sont soumis au mécanisme de multiplication par avalanche, dans lequel chacun d'eux est remplacé par un nombre aléatoire d'électrons «secondaires».

L'évaluation exacte de la probabilité d'erreurs à la sortie du récepteur a été étudiée par plusieurs auteurs (voir par exemple [12] et [13]); elle exige des calculs pénibles. Les méthodes d'évaluation approximatives que l'on a étudiées reposent essentiellement sur la méthode des limites de Chernoff [12] ou sur l'approximation gaussienne du bruit de grenaille [12, 14]. Cette dernière est particulièrement intéressante car elle est très simple et permet de prévoir la probabilité d'erreurs avec une précision raisonnable; de plus, en l'absence de brouillage entre symboles, elle permet d'aborder le problème de l'évaluation de la puissance optique nécessaire [14, 15] selon des méthodes analytiques qui mettent en lumière certains aspects de la conception des systèmes. D'après cette approximation, on peut représenter le signal $v(t)$ à la sortie du récepteur par une expression de la forme:

$$v(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} a_n\, h_0\,(t - nT) + d + n_d(t) + n_s(t) + n(t) \qquad (3)$$

dans laquelle $\sum_{n=-\infty}^{+\infty} a_n\, h_0(t-nT)$ représente le signal qui contient l'information, $n(t)$ le bruit thermique, $n_d(t)$ et $n_s(t)$ deux bruits de grenaille gaussiens dus, le premier au courant résiduel et le second au processus de photodétection de l'énergie optique reçue, et d la moyenne du courant résiduel. Pour plus de simplicité, on peut admettre dans ce qui suit que le courant résiduel et par conséquent d et $n_d(t)$ sont négligeables.

C'est le bruit de grenaille $n_s(t)$ qui constitue la principale différence entre le cas des systèmes de transmission numérique classiques et ceux qui utilisent des fibres optiques, puisqu'il est non stationnaire et en corrélation avec le signal qui contient l'information. La variance du bruit de grenaille à l'instant de décision dépend du train de symboles particulier transmis; dans ce qui suit, on prendra la moyenne de cette variance sur les symboles qui précèdent et sur ceux qui suivent celui faisant l'objet de la décision et l'on obtiendra ainsi deux valeurs différentes selon la valeur 0 ou 1 du symbole précité (voir l'équation *(4)*).

En posant $C_T = C_I + C_D$, $R_b = R_D // R_F$ et $R_T = R_b // R_I$ et en appelant respectivement S_I et S_E la densité spectrale de I_n et de E_n, on peut, à l'aide de symboles binaires mutuellement indépendants et équiprobables, exprimer la valeur moyenne σ_{Ta_0} de la variance du bruit total $n_s(t) + n(t)$ par l'expression:

$$\sigma^2_{Ta_0} = \frac{1}{\rho\, 2}\left\{\frac{G_2\, e\, \rho}{G^2\, E_0}\left[a_0\, I_1 + \frac{1}{2}\left(\Sigma_1\, I_1\right)\right] + \frac{e^2\, Z}{G^2\, E_0^2}\right\} \qquad (4)$$

dans laquelle e désigne la charge de l'électron, G_2 la moyenne quadratique du gain d'avalanche, tandis que les intégrales I_1, I_2 et I_3, la somme Σ_1 et le paramètre Z sont définis dans [15]. Il faut noter que Z est une grandeur sans dimension qui représente le bruit thermique total apparaissant à la sortie de récepteur.

La grandeur G_2 peut se déterminer d'après le modèle du processus de multiplication par avalanche proposé par McIntire [16]:

$$G_2 = G^2\left[\delta G + (1-\delta)\left(2 - \frac{1}{G}\right)\right] \qquad (5)$$

formule dans laquelle δ est le rapport entre les coefficients d'ionisation des trous et des électrons (δ est compris entre 0,02 et 0,1 pour le silicium et égal à 2 pour le germanium). On utilise d'ordinaire pour G_2 l'expression approchée $G_2 = G^{2+x}$, dans

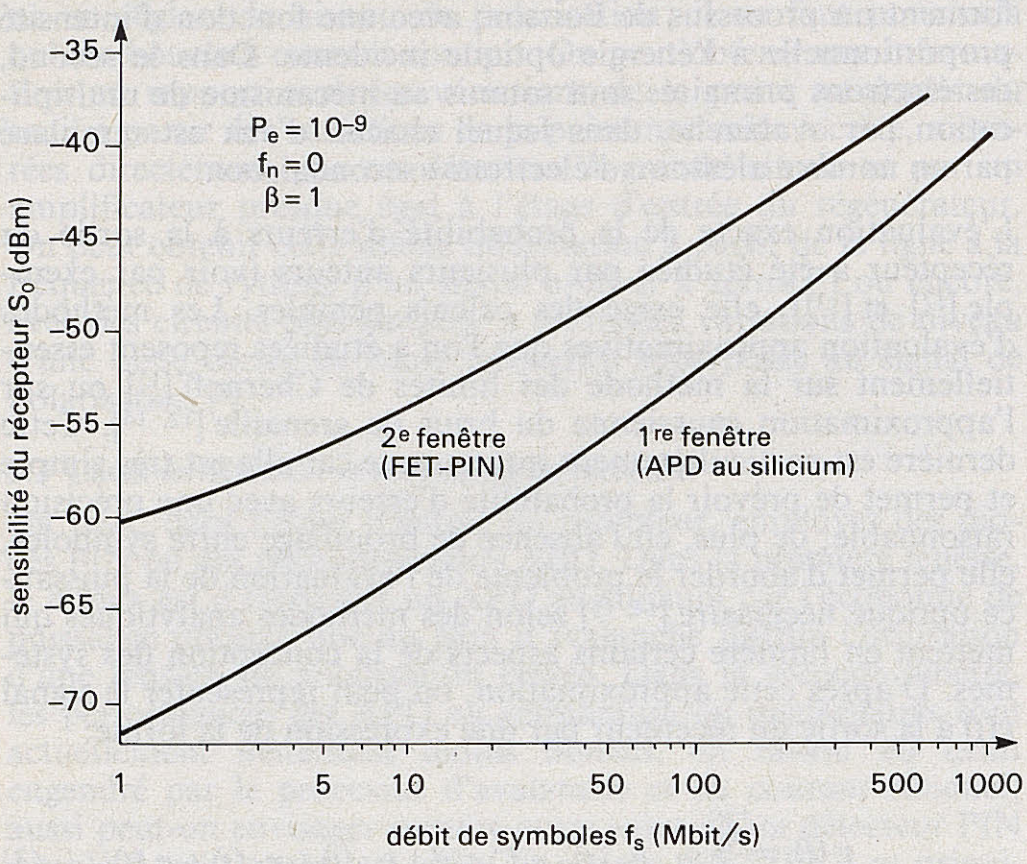


Figure 6 — Sensibilité du récepteur S_0 en fonction du débit de symboles f_s pour des récepteurs fonctionnant dans la première ou dans la deuxième fenêtre

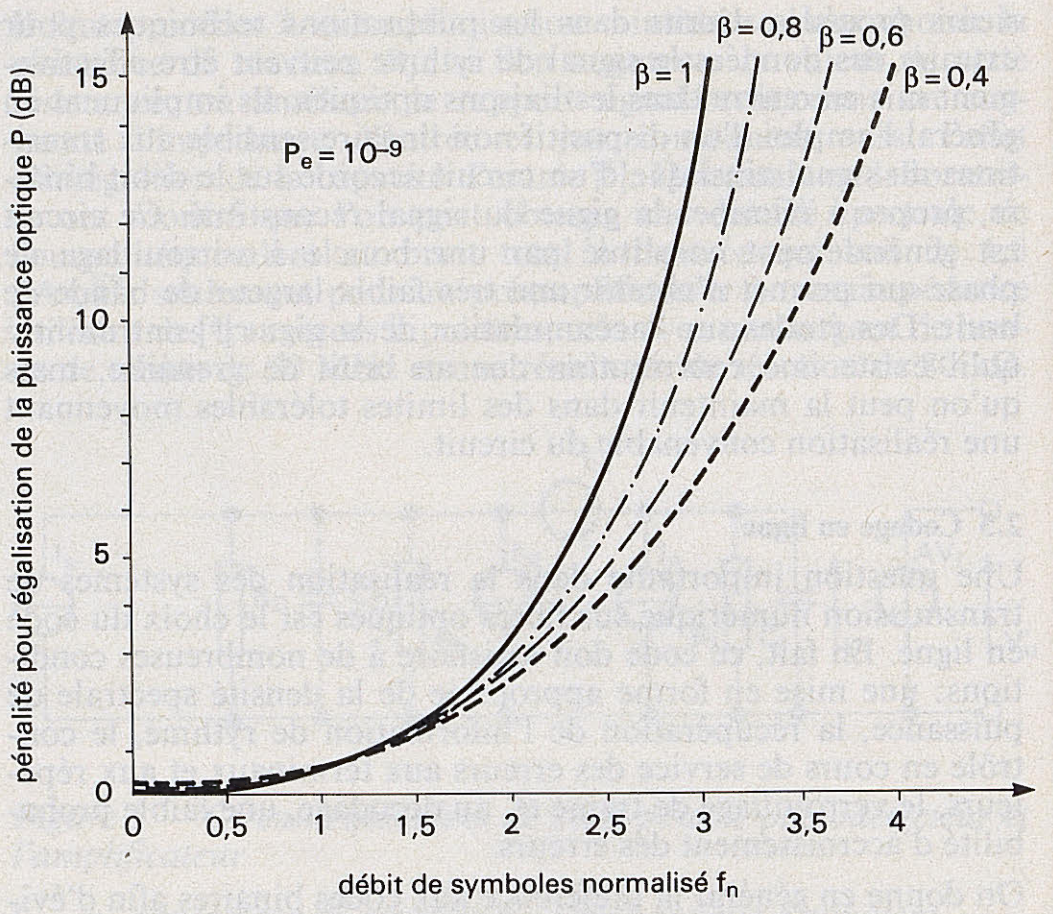


Figure 7 — Pénalité en fonction du débit de symboles normalisé f_n

laquelle x est une constante comprise entre 0,3 et 0,5 pour une APD au silicium et entre 0,8 et 1 pour une APD au germanium.

Le premier terme de la somme figurant dans *(4)* est proportionnel à G tandis que le second lui est inversement proportionnel. Par conséquent, pour une valeur G_0 de G (appelée dans ce qui suit le gain optimal), la puissance totale de bruit $\sigma^2_{Ta_0}$ passe par un minimum.

Lorsqu'il n'y a pas de brouillage entre symboles et si l'on prend pour G_2 l'expression approchée G^{2+x}, on peut, quelle que soit la forme des impulsions reçues et égalisées, tirer de *(4)* une expression explicite de G_0 ainsi que de la valeur minimale correspondante de l'énergie E_0 nécessaire pour obtenir un taux d'erreur donné.

La puissance optique moyenne minimale $E_0/2T$ est normalement appelée «sensibilité du récepteur»; exprimée en dBm, nous la représenterons par S.

Pour une valeur donnée du débit de symboles f_s et pour le débit «normalisé» $f_n = f_s/B$, on peut considérer que S est constituée de deux éléments. Le premier, S_0, est la puissance optique moyenne nécessaire en l'absence de dispersion des impulsions par la fibre ($f_n = 0$), c'est-à-dire lorsque l'émetteur est relié directement au récepteur. La seconde, que nous appellerons P (pénalité pour la compensation de la dispersion), est le supplément de puissance optique nécessaire pour compenser la perte de sensibilité due au fait qu'il y a chevauchement des impulsions reçues en raison de la largeur de bande finie de la fibre. Il y a lieu de noter que P dépend de la forme des impulsions reçues, mais non du débit binaire.

Nous donnerons ci-dessous quelques résultats numériques, obtenus à partir des hypothèses suivantes:

- les impulsions émises sont rectangulaires, avec un facteur de forme de 50%;
- la fonction de transfert est une fonction en cosinus carré, arrondissement β;
- le récepteur pour la première fenêtre (λ_0 **com**pris entre 820 et 900 nm) a les caractéristiques suivantes:

  $\rho = 0,6$ A/W, $x = 0,5$, $R_D = 1$ MΩ, $C_D = 3$ pF; pour le préamplificateur de tension: $R_I = 10$ kΩ, $C_I = 5$ pF et la transconductance est de 8 mΩ^{-1};

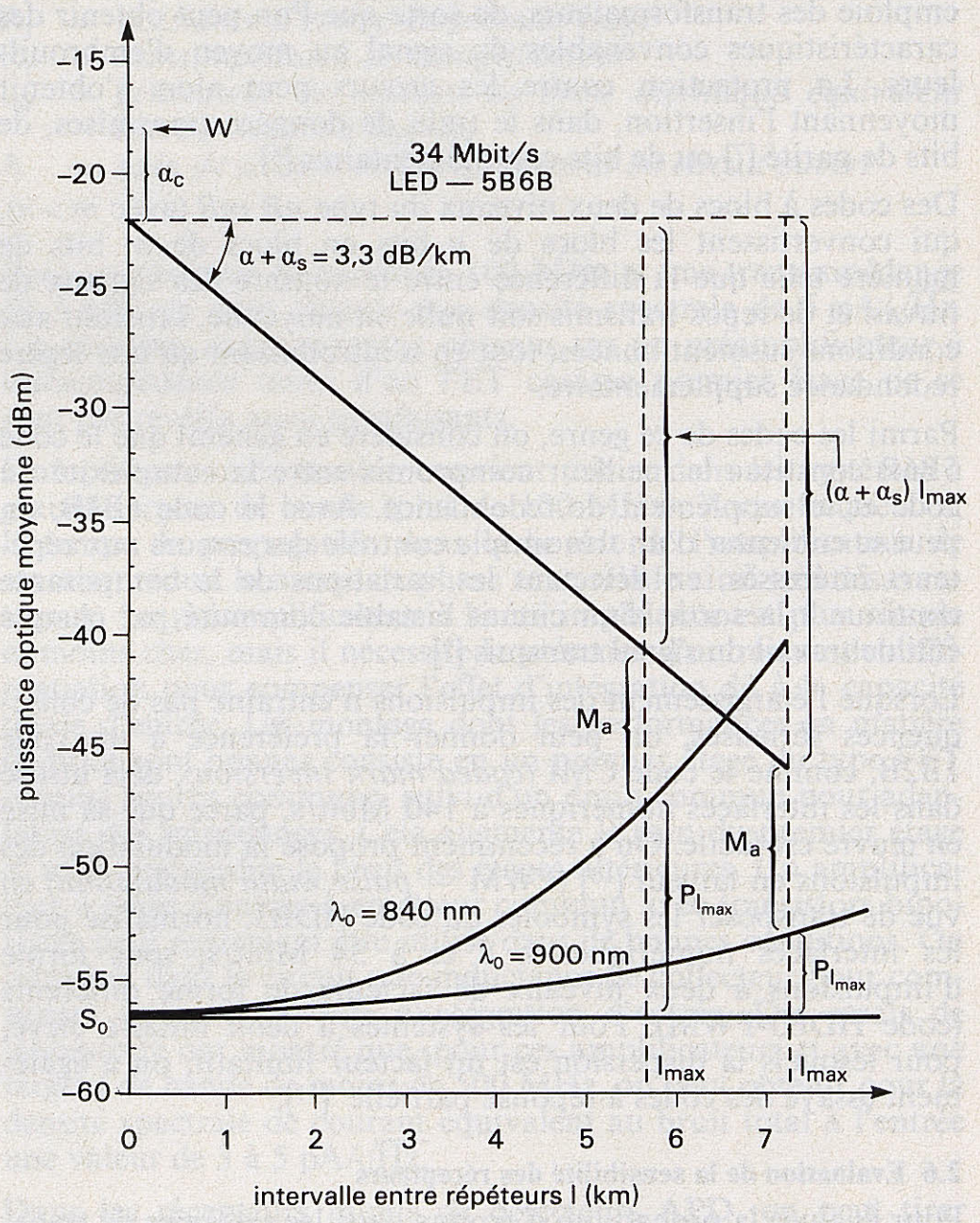


Figure 8 — Evaluation graphique de l'intervalle entre répéteurs pour un système à 34 Mbit/s utilisant une LED à 850 ou 900 nm, un code en ligne 5B6B et un détecteur du type APD

- le récepteur pour la deuxième fenêtre ($\lambda_0 = 1300$ nm) est formé d'une diode PIN et d'un FET; ses caractéristiques sont les suivantes:
  $\rho = 0,45$ A/W, $R_D = 1$ MΩ, $R_I = 10$ kΩ, $C_T = 0,4$ pF et la transconductance est de 8 mΩ^{-1}.

La figure 6 représente la sensibilité du récepteur (S_0, en l'absence de dispersion des impulsions par la fibre, soit $f_n = 0$) en fonction du débit de symboles f_s pour $\beta = 1$ et $P_e = 10^{-9}$. La figure 7 représente la pénalité pour la compensation de la dispersion, P, en fonction de f_n pour diverses valeurs de β. Pour $\beta \neq 1$, la pénalité est rapportée à $\beta = 1$ et $f_n = 0$. On constate que, pour les faibles valeurs de f_n, P est pratiquement indépendante de β, alors que pour les valeurs élevées de f_n, P diminue en même temps que β. D'autre part, il convient de noter que le choix de β est également affecté par la complexité du circuit et par la restitution du rythme; or, le circuit est plus simple et la restitution plus facile pour les plus grandes valeurs de β. Un bon compromis, lorsqu'il y a dispersion par la fibre, se situe entre 0,6 et 1.

2.7 Evaluation de l'intervalle entre les répéteurs

Lorsque l'on connaît les caractéristiques de l'émetteur, les caractéristiques de la fibre et la sensibilité du récepteur, on peut faire une évaluation de l'intervalle entre les répéteurs par un simple processus de calcul de la puissance optique.

Représentons par $W = 10 \log_{10} (E_i\ 10^3/2T)$ la puissance optique moyenne injectée dans la fibre (en dBm), par α_c l'affaiblissement global dans les connecteurs de l'équipement (en dB), par α_s la perte dans une épissure (en dB/km) et par M_a une marge de sécurité (en dB). L'intervalle maximum entre répéteurs l_{max} peut se déduire de l'équation:

$$S_0 + P_{l_{max}} = W - \alpha_c - (\alpha + \alpha_s)\, l_{max} - M_a \qquad (6)$$

$P_{l_{max}}$ désignant la valeur de P qui correspond à l_{max} (P dépend de l par l'intermédiaire de f_n, voir l'équation *(2)*).

La marge de sécurité M_a comprend une marge de fonctionnement et une tolérance sur les bruits possibles de source et de mode ainsi que sur les dégradations du répéteur, telles que l'erreur de compensation, les dégradations dues aux bruits et celles de l'ouverture de l'œil.

On trouvera sur la figure 8 un exemple d'application graphique de l'équation *(6)* pour un système à 34 Mbit/s; la sensibilité du récepteur y est représentée en fonction de la longueur l de la liaison. Cet exemple se rapporte à un système utilisant une APD, une source du type LED fonctionnant sur $\lambda_0 = 840$ ou 900 nm et une fibre dont la largeur de bande modale $B_0 = 200$ MHz. Les autres caractéristiques admises pour le système se trouvent dans le tableau 3. On peut voir que, pour un affaiblissement dû à la fibre de 3 dB/km, l'intervalle entre répéteurs doit être de 5,6 km pour la longueur d'onde de 840 nm et de 7,2 km pour celle de 900 nm.

La méthode graphique décrite ci-dessus est très utile quand il s'agit d'évaluer l'intervalle entre répéteurs pour des systèmes dont le débit de symboles est donné et dont les fibres ont des caractéristiques bien définies. Pour résoudre le même problème dans le cas d'autres débits de symboles et d'autres caractéristiques de fibres, on peut introduire l'équation *(4)* dans un programme d'ordinateur approprié. Les figures 9 et 10 font connaître, respectivement pour la première et la deuxième fenêtres, l'intervalle entre répéteurs en fonction de l'affaiblissement de la fibre pour les systèmes à 34, 140 et 565 Mbit/s utilisant comme source des lasers et ayant les caractéristiques résumées dans le tableau 3. Les valeurs considérées pour la largeur de bande B_0 sont 200, 500, 1000 et 1500 MHz et le facteur E est compris

Tableau 3 — Paramètres du système

largeur d'une raie du spectre de la source à mi-hauteur $\Delta\lambda$ (nm)	55 pour LED à $\lambda_0 = 840$ nm 35 pour LED à $\lambda_0 = 900$ nm 90 pour LED à $\lambda_0 = 1300$ nm 2 pour laser à $\lambda_0 = 820$ nm 10 pour laser à $\lambda_0 = 1300$ nm
puissance optique moyenne injectée dans la fibre W (dBm)	−18 pour LED −3 pour laser à $\lambda_0 = 820$ nm −6 pour laser à $\lambda_0 = 1300$ nm
code en ligne	5B6B
forme des impulsions injectées	impulsions rectangulaires avec facteur de forme 50%
sensibilité S_0 (dBm) du récepteur APD — 1re fenêtre ($P_e = 10^{-9}$)	−42 pour 564,992 Mbit/s −49,5 pour 139,264 Mbit/s −56,5 pour 34,368 Mbit/s
sensibilité S_0 (dBm) du récepteur FET-PIN ($P_e = 10^{-9}$)	−37 pour 564,992 Mbit/s −45,5 pour 139,264 Mbit/s −49,5 pour 34,368 Mbit/s
forme de l'impulsion égalisée	cosinus carré avec arrondi $\beta = 0,6$
coefficient de dispersion due au matériau M (ps/nm·km)	100 à $\lambda_0 = 840$ nm 80 à $\lambda_0 = 900$ nm 5 à $\lambda_0 = 1300$ nm
affaiblissement total dans les connecteurs et les épissures des équipements α_c (dB)	4
affaiblissement équivalent d'épissure en ligne α_s (dB/km)	0,3
marge de sécurité M_a (dB)*	7 pour LED 9 pour laser
facteur E de relation entre la largeur de bande modale et la longueur de la fibre	de 0,6 à 0,8

* Ce paramètre dépend beaucoup des composants du système et de la méthode suivie pour sa réalisation. Les chiffres donnés ici ne doivent être considérés que comme un exemple.

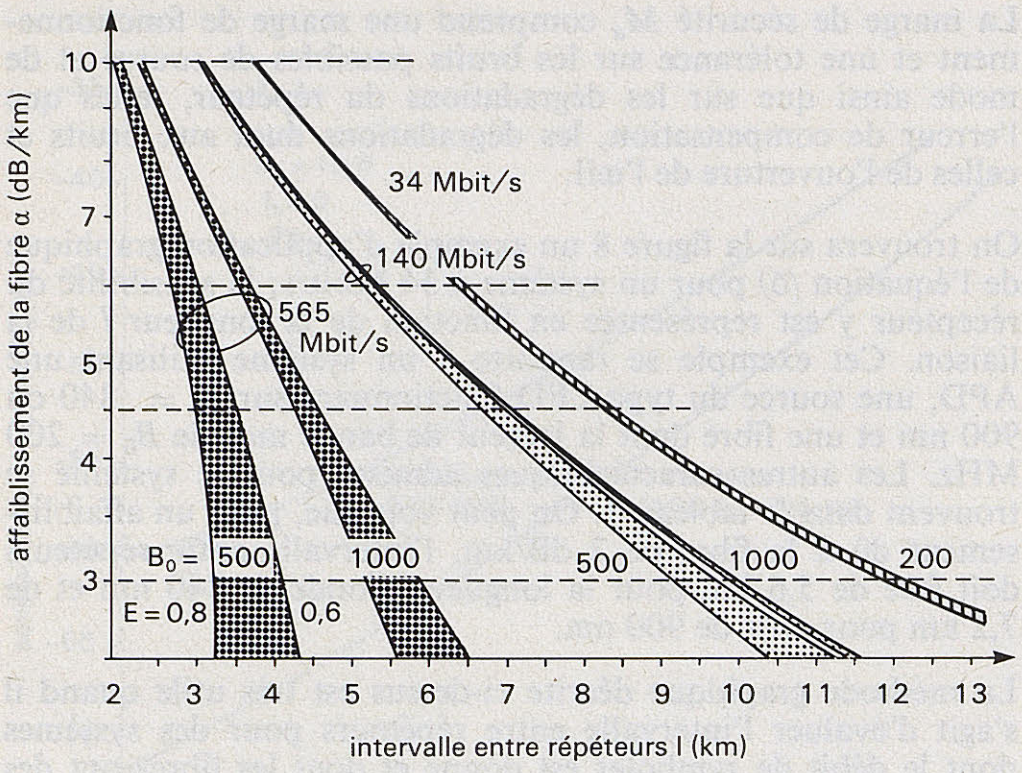


Figure 9 — Affaiblissement de la fibre en fonction de l'intervalle entre répéteurs pour systèmes à 34, 140 et 565 Mbit/s fonctionnant dans la première fenêtre et utilisant des APD, des lasers et un code 5B6B

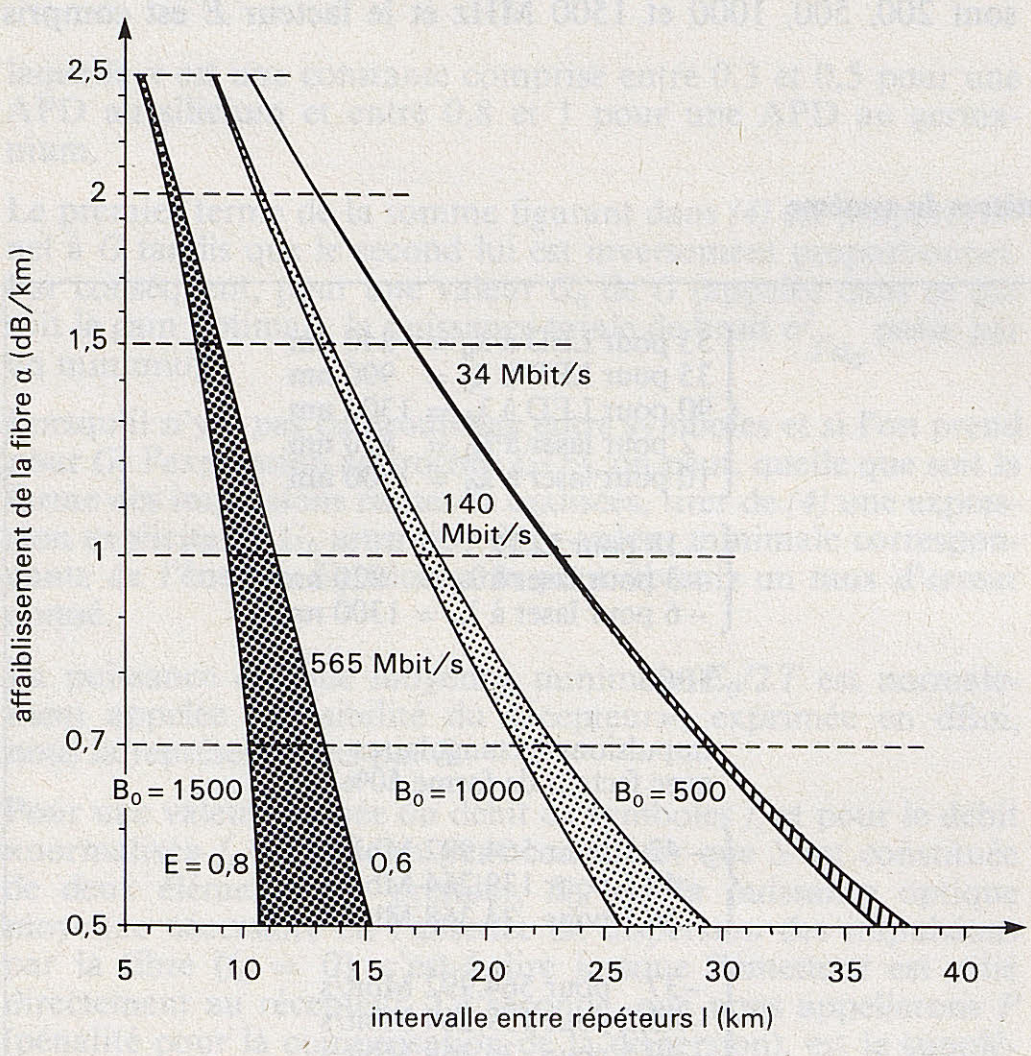


Figure 10 — Affaiblissement de la fibre en fonction de l'intervalle entre répéteurs pour systèmes à 34, 140 et 565 Mbit/s fonctionnant dans la deuxième fenêtre et utilisant des FET-PIN, des lasers et un code 5B6B

entre 0,6 et 0,8. Les résultats indiqués se rapportent, pour chaque système, à des valeurs adéquates de B_0; en prenant des valeurs plus élevées, on n'augmente l'intervalle entre les répéteurs que de façon insignifiante. On constate que, dans la première fenêtre et pour un affaiblissement de la fibre de 3 dB/km, l'intervalle entre les répéteurs est d'environ 12 km pour le système à 34 Mbit/s; il est compris entre 9 et 10 km pour le système à 140 Mbit/s et entre 5 et 6 km pour le système à 565 Mbit/s. Dans la deuxième fenêtre, et pour un affaiblissement de la fibre de 0,7 dB/km, l'intervalle entre répéteurs est d'environ 30 km pour le système à 34 Mbit/s; il est compris entre 21 et 24 km pour le système à 140 Mbit/s et entre 10 et 14 km pour le système à 565 Mbit/s.

3. Systèmes de transmission analogique

Les systèmes de transmission analogique sur fibres optiques sont principalement destinés à la transmission de signaux vidéo. Ils présentent, pour cette application, un grand intérêt en raison de la simplicité des circuits et de leur coût peu élevé par rapport à celui des terminaux vidéo numériques.

3.1 Méthodes de modulation

Le signal analogique peut être transformé en une modulation d'intensité (MI) de la porteuse optique, par variation du courant qui circule dans la source optique autour d'un niveau de polarisation approprié.

Le signal contenant l'information peut être transmis directement dans la bande de base (D-MI) ou appliqué à une porteuse électrique, par modulation d'amplitude (MA-MI) ou de fréquence (MF-MI).

On peut encore utiliser à titre de porteuse une séquence d'impulsions, en faisant varier un paramètre approprié, à savoir la fréquence des impulsions (MFI-MI), leur largeur (MLI-MI), leur position (MPI-MI) ou encore leur intervalle (MII-MI).

3.2 Réalisation de l'émetteur et du récepteur

La source optique joue simplement le rôle d'un transducteur électro-optique, aussi ses caractéristiques non linéaires (intermodulation, gain différentiel et phase différentielle) affectent-elles défavorablement la qualité de la transmission en D-MI et MA-MI.

Les LED du commerce pilotées par des amplificateurs différentiels ne donnent une qualité «de studio» qu'aux faibles indices de modulation; on aboutit donc à une faible valeur de l'intervalle entre répéteurs car on ne dispose que d'une faible puissance du signal. Pour les systèmes multicanaux ou munis de répéteurs, on a proposé diverses techniques ayant pour but de réduire les non-linéarités, par exemple: l'adjonction de dispositifs non linéaires introduisant une distorsion compensatrice [17], le recours à la contre-réaction, par introduction d'un ensemble coupleur-photodiode dans une boucle de commande, enfin une alimentation vers l'aval, procédé selon lequel le signal d'erreur, obtenu par comparaison du signal en amont et en aval du dispositif produisant la distorsion, est injecté au-delà de la sortie du circuit [18].

Les techniques de modulation D-MI et MA-MI de sources lasers avec des signaux analogiques à large bande ont donné d'excellents résultats [19], mais elles exigent l'emploi de dispositifs spéciaux.

Les techniques analogiques MF-MI et celles qui reposent sur des impulsions réduisent très efficacement l'influence des non-linéarités de la source sur la qualité de transmission, mais aux dépens d'une augmentation de la largeur de bande du signal.

Dans les procédés par modulation d'impulsions, les circuits d'excitation diffèrent assez peu de ceux que nous avons décrits pour le cas des signaux numériques. Les conditions de linéarité perdent toute leur importance et l'on peut appliquer à la fibre une puissance plus élevée en excitant la source à de plus hauts niveaux d'intensité [20].

Le récepteur a pour but de transformer le signal optique incident en un signal électrique et de le transmettre au démodulateur qui le suit. Les critères de réalisation sont donc les mêmes que pour les préamplificateurs des systèmes numériques, mais, comme le rapport signal/bruit doit être plus élevé, les répéteurs doivent être plus rapprochés que dans un système numérique de même largeur de bande.

3.3 Réalisation du système

La structure du système de transmission et l'évaluation du rapport signal/bruit dépendent de la technique de modulation adoptée. Nous ne prendrons à titre d'exemple que la modula-

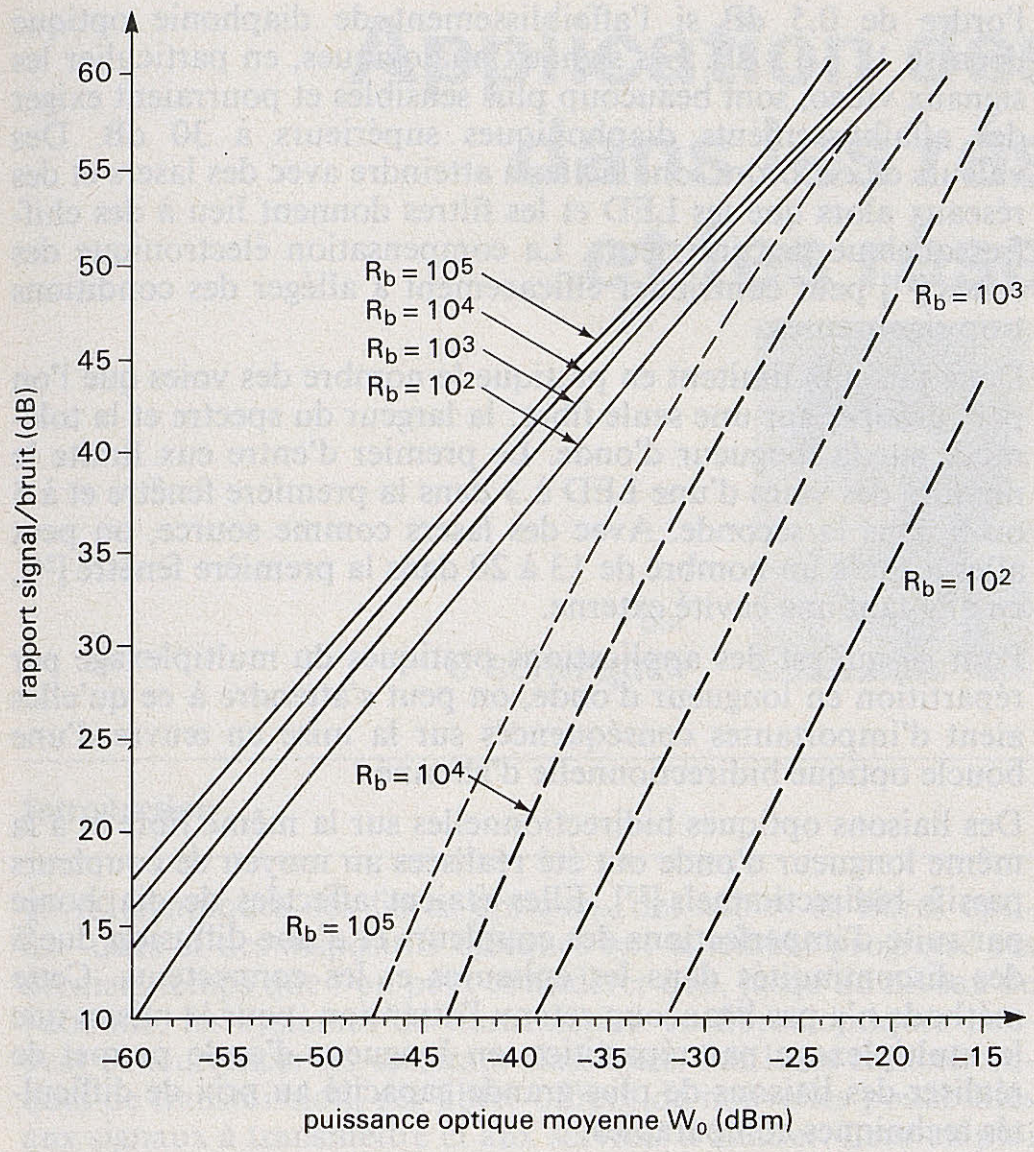


Figure 11 – Rapport signal/bruit en fonction de la puissance optique moyenne reçue pour la méthode de modulation D-MI, m = 1 et diverses valeurs de R_b. Lignes en trait plein = APD; lignes en tirets = PIN (première fenêtre)

tion D-MI. On peut alors admettre que le schéma de principe du récepteur est le même que celui de la figure 1 et que le circuit équivalent de bruit du préamplificateur est le même que celui de la figure 5.

B_v désignant la largeur de bande du signal d'information, le rapport signal/bruit S à la sortie du récepteur est donné, pour le cas d'un signal sinusoïdal, par l'expression:

$$S = \frac{(\rho\, G\, m\, W_0)^2}{4\left[\left(\frac{2\,K\theta}{R_b} + S_I + e\, I_d\, G_2 + e\,\rho\, W_0\, G_2\right)\int_0^{B_v} \left|H_a\, H_e\right|^2 df + S_E \int_0^{B_v} \left|H_E\right|^2 df\right]} \qquad (7)$$

dans laquelle m est le taux de modulation et W_0 la puissance optique moyenne reçue.

Pour un détecteur PIN, on peut, de l'équation *(7)*, obtenir directement la puissance optique moyenne nécessaire pour obtenir une valeur donnée de S.

Pour une APD, on peut rendre maximum le rapport signal/bruit, cela pour une valeur donnée de W_0, en choisissant convenablement le gain d'avalanche G.

Les résultats numériques se rapportent à un système fonctionnant dans la première fenêtre, à un signal d'information de 5 MHz et aux valeurs indiquées à la section 2.6 ci-dessus pour les paramètres du récepteur, I_d étant égal à 50 pA.

La figure 11 représente le rapport signal/bruit (en dB) en fonction de W_0 (en dBm) pour $m = 1$ et pour diverses valeurs de $R_b = R_D \,//\, R_F$ (courbes en traits pleins pour APD avec gain optimal et en tirets pour PIN).

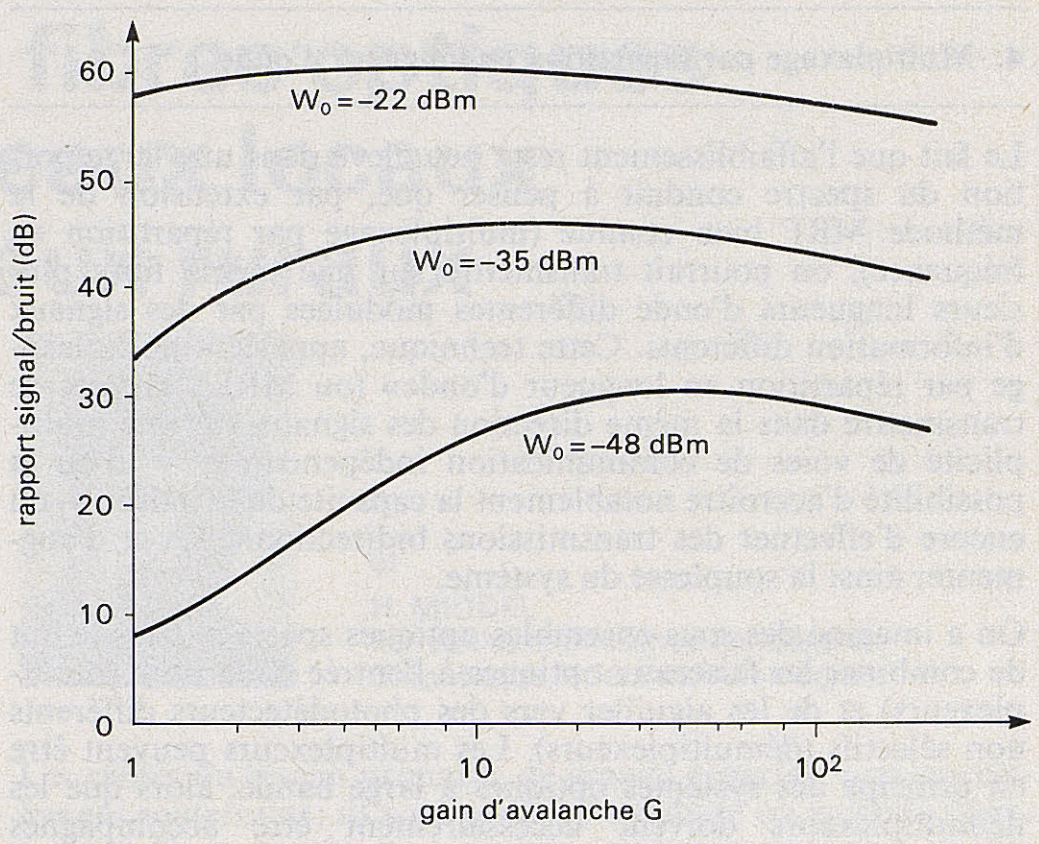


Figure 12 – Rapport signal/bruit en fonction du gain d'avalanche, pour la méthode de modulation D-MI, m = 1, $R_b = 10^4\ \Omega$

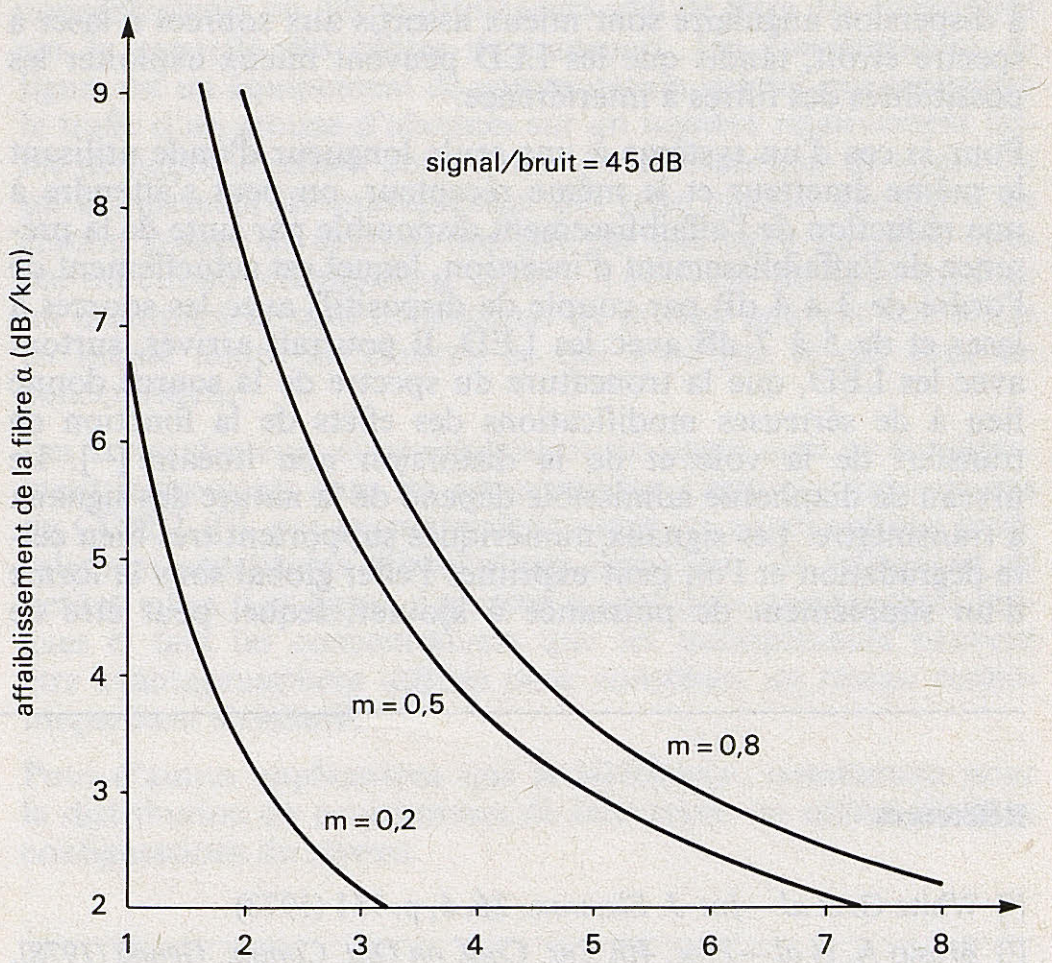


Figure 13 – Affaiblissement de la fibre en fonction de l'intervalle entre répéteurs

La figure 12 représente le rapport signal/bruit en fonction du gain d'avalanche G pour $m = 1$, $R_b = 10^4\ \Omega$ et pour $W_0 = -22, -35$ et -48 dBm. On peut voir que l'influence de G sur l'amélioration du rapport signal/bruit est maximale lorsque W_0 est faible et que les avantages de la multiplication par avalanche disparaissent lorsque W_0 approche de -22 dBm.

La figure 13, tracée pour le cas d'une source LED produisant dans la fibre une puissance optique moyenne égale à -15 dBm, représente l'affaiblissement admissible de la fibre en fonction de l'intervalle entre répéteurs pour un rapport signal/bruit de 445 dB et des valeurs de m égales à 0,2, 0,5 et 0,8.

4. Multiplexage par répartition en longueur d'onde

Le fait que l'affaiblissement reste peu élevé dans une large portion du spectre conduit à penser que, par extension de la méthode MRF bien connue (multiplexage par répartition en fréquence), on pourrait transmettre sur une même fibre plusieurs longueurs d'onde différentes modulées par des signaux d'information différents. Cette technique, appelée «multiplexage par répartition en longueur d'onde» (ou MRL), permet de transmettre dans la même direction des signaux sur une multiplicité de voies de communication indépendantes – d'où la possibilité d'accroître notablement la capacité de la liaison – ou encore d'effectuer des transmissions bidirectionnelles et d'augmenter ainsi la souplesse du système.

On a imaginé des sous-ensembles optiques spéciaux dans le but de combiner les faisceaux optiques à l'entrée de la fibre (multiplexeurs) et de les aiguiller vers des photodétecteurs différents non sélectifs (démultiplexeurs). Les multiplexeurs peuvent être en principe des systèmes optiques à large bande, alors que les démultiplexeurs doivent nécessairement être accompagnés d'éléments sélectifs (filtres à interférence, prismes, réseaux de diffraction). La conception de ces éléments doit reposer sur quelques principes généraux, tels que les suivants: maintenir l'affaiblissement d'insertion au minimum, rendre en même temps maximal l'affaiblissement diaphonique, tenir compte des caractéristiques de la source optique et du nombre de voies à réaliser. Plusieurs auteurs ont étudié en détail ces questions à propos de tel ou tel dispositif; Ishio [21] a passé en revue l'ensemble de leurs travaux. De manière générale, les appareils à dispersion angulaire sont mieux assortis aux sources à laser à spectre étroit, tandis que les LED peuvent mieux exploiter les possibilités des filtres à interférence.

Pour le cas d'un système à une seule longueur d'onde utilisant le même émetteur et le même récepteur, on peut s'attendre à une réduction de l'affaiblissement disponible par suite de la présence de l'affaiblissement d'insertion, lequel est actuellement de l'ordre de 3 à 4 dB par couple de dispositifs avec les sources à laser et de 5 à 7 dB avec les LED. Il pourrait arriver, surtout avec les LED, que la troncature du spectre de la source donne lieu à de sérieuses modifications des effets de la fonction de transfert de la voie et de la distorsion non linéaire [22]. Le niveau de diaphonie admissible dépend de la nature des signaux à transmettre. Les signaux numériques supportent très bien cette dégradation et l'on peut exprimer l'effet global sous la forme d'un supplément de puissance à ajouter, lequel peut être de l'ordre de 0,5 dB si l'affaiblissement de diaphonie optique dépasse 12 à 15 dB. Les signaux analogiques, en particulier les signaux vidéo, sont beaucoup plus sensibles et pourraient exiger des affaiblissements diaphoniques supérieurs à 30 dB. Des valeurs de cet ordre sont faciles à atteindre avec des lasers et des réseaux alors que les LED et les filtres donnent lieu à des chiffres quelque peu inférieurs. La compensation électronique des échos [23] peut contribuer efficacement à alléger des conditions trop rigoureuses.

Deux facteurs limitent en pratique le nombre des voies que l'on peut grouper sur une seule fibre: la largeur du spectre et la tolérance sur la longueur d'onde. Le premier d'entre eux limite le nombre des voies d'une LED à 3 dans la première fenêtre et à 5 ou 6 dans la seconde. Avec des lasers comme source, on peut aller jusqu'à un nombre de 13 à 20 dans la première fenêtre [24], en ajoutant une cavité externe.

Pour ce qui est des applications pratiques du multiplexage par répartition en longueur d'onde, on peut s'attendre à ce qu'elles aient d'importantes conséquences sur la mise en œuvre d'une boucle optique bidirectionnelle d'abonné.

Des liaisons optiques bidirectionnelles sur la même fibre et à la même longueur d'onde ont été réalisées au moyen de coupleurs passifs bidirectionnels [25]. Elles étaient affectées de diaphonie par suite d'imperfections des coupleurs et d'une diffusion due à des discontinuités dans les épissures et les connecteurs. Cette méthode n'a pas beaucoup retenu l'attention, pour la raison que le multiplexage par répartition en longueur d'onde permet de réaliser des liaisons de plus grande capacité au prix de difficultés techniques comparables.

5. Conclusions

Nous avons esquissé les problèmes que soulève la réalisation de systèmes de transmission utilisant des fibres optiques. Lors de notre analyse de ces systèmes et de leurs circuits, nous avons traité plus spécialement du cas de la transmission numérique ainsi que d'une méthode d'évaluation de l'intervalle entre répéteurs. La dernière section de notre article est consacrée à un bref examen des systèmes MRL (à multiplexage par répartition en longueur d'onde), grâce auxquels on pourrait tirer pleinement parti de la capacité de transmission offerte par les fibres optiques.

(Langue originale: anglais)

Références

[1] White G. *et al.—Int. J. Electron.*, **36**, *6*, p. 751 (1973)

[2] Brosio A. *et al.—Proc. 4th Eur. Conf. on Opt. Comm., Genoa (1978)*, p. 438

[3] Smith D. W. *et al.— ISCAS 80*, p. 926

[4] Smith D. R. *et al.—Proc. 5th Eur. Conf. on Opt. Comm., Amsterdam (1979)*, p. 13.4-1

[5] Technical staff of CSELT: *Optical fiber communication*, p. 789. *Mc Graw-Hill* (1981)

[6] Luvison A. *et al.—Proc. 6th Eur. Conf. on Opt. Comm., York (1980)*, p. 462

[7] Epworth R. E.—*NTC'77 Conf. Rec.*, p. 13.3-1

[8] Horiguchi T. *et al.—Jpn. Telecomm. Rev.*, **23**, *2*, p. 125 (1981)

[9] Pierobon G. L. *et al.—XXVII Congr. per l'Elettron. Proc., Roma (1980)*, p. 285

[10] Brosio A. *et al.*—5th Eur. Conf. on Opt. Comm., Amsterdam (1979). Post-deadline paper, p. 19.9-1

[11] Chalmers D.—*Proc. 6th Eur. Conf. on Opt. Comm., York (1980)*, p. 423

[12] Personick S. D. *et al.—IEEE Trans. Comm.*, **COM-25**, *5*, p. 541 (1977)

[13] Mansuripur M. *et al.*—ibid., **COM-28**, *3*, p. 402 (1980)

[14] Hauk W. *et al.*—ibid., **COM-26**, *7*, p. 1119 (1978)

[15] Personick S. D.—*BSTJ*, **52**, *6*, p. 843 (1973)

[16] Mc Intyre R. J.—*IEEE Trans. Electron. Dev.*, **ED-31**, *1*, p. 164 (1966)

[17] Asatani K. *et al.—Electron. Lett.*, **13**, *6*, p. 162 (1977)

[18] Straus J. *et al.*—ibid., p. 158

[19] Nagavo K. *et al.—Proc. 5th Eur. Conf. on Opt. Comm., Amsterdam (1979)*, p. 13.1-1

[20] Yoneda E. *et al.—Rev. of Elect. Comm. Labs.* (NTT), **27**, *11-12* (1979)

[21] Ishio H.—5th Eur. Conf. on Opt. Comm., Amsterdam (1979). Post-deadline paper, p. III-1

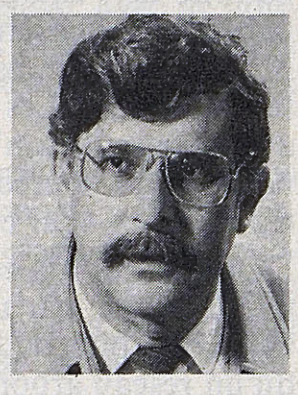
[22] Nakamura M. *et al.—Proc. 6th Eur. Conf. on Opt. Comm., York (1980)*, p. 238

[23] Miki T. *et al.—IEEE Trans. Comm.*, **COM-26**, *7*, p. 1082 (1978)

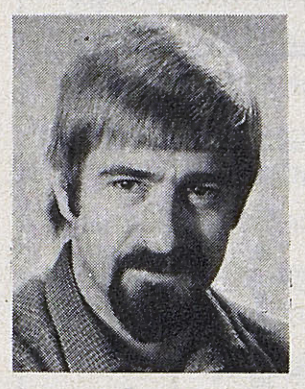
[24] Hill A. M.—*Proc. 6th Eur. Conf. on Opt, Comm., York (1980)*, p. 21.6-1

[25] Minemura K. *et al.—Electron. Lett.*, **14**, *11*, p. 341 (1978)

Application des fibres optiques dans les réseaux locaux et les réseaux ruraux



par
G. SCHWEIGER



et
H. MIDDEL
Fernmeldetechnisches Zentralamt
(République fédérale d'Allemagne)

Introduction

Les techniques des fibres optiques, des câbles en fibres optiques et des dispositifs optiques ont tellement progressé ces derniers temps que l'on peut considérer que, jusqu'au niveau de l'abonné, les systèmes de transmission en fibres optiques peuvent concurrencer les systèmes classiques. Par leurs caractéristiques de transmission, ces fibres offrent de nouvelles possibilités aux signaux à transmettre et aux services à assurer. Leur emploi dans les réseaux locaux permet de réaliser des réseaux intégrés pour des services à bande étroite et à large bande. Non seulement l'installation d'un tel réseau améliore-t-elle qualitativement et quantitativement la transmission des informations, mais encore a-t-elle des conséquences considérables sur la technologie des fibres elle-même. La quantité de fibres dont on aura besoin obligera l'industrie à en produire de grandes masses, ce qui en diminuera le prix de revient. L'application de cette nouvelle technologie deviendra peut-être alors économique. Chacun sait de plus que l'on pourra sérieusement abaisser le coût total des divers systèmes en utilisant des méthodes de transmission appropriées.

Dans le présent article, on décrit un réseau local et rural à fibres optiques; on le compare aux réseaux existants en câbles à conducteurs métalliques et on en déduit les besoins en matière de câbles et d'accessoires à utiliser dans ce nouveau réseau. On esquisse une stratégie possible pour la mise en œuvre de cette technologie nouvelle, compte tenu de ce que les réseaux en câbles à conducteurs de cuivre resteront en service tant que cela sera justifié au point de vue économique.

On indique quels sont les nouveaux services possibles et on examine les problèmes que soulève la maintenance.

1. Définition d'un réseau local et rural

Un réseau local et rural est celui par lequel l'abonné est relié à son centre local (câbles d'abonné) [1]. Il peut être maillé, en anneau, arborescent ou en étoile. La plupart des réseaux locaux et ruraux actuels utilisés pour la téléphonie sont en étoile. Ils sont constitués de câbles primaires et de câbles secondaires. Voici ce qu'il faut entendre par ces termes:

— les câbles primaires (ou câbles de transport) sont ceux qui vont du répartiteur du centre de commutation à un point de sous-répartition primaire,

— les câbles secondaires (ou câbles de distribution) sont ceux qui vont des points de sous-répartition aux locaux des abonnés.

Normalement, chaque abonné est relié au central par un circuit séparé. Il en résulte que les câbles d'abonné sont des câbles de grande capacité (par exemple 2000 paires) au voisinage du central et que cette capacité diminue — jusqu'à une dizaine de paires par exemple — à mesure que l'on se rapproche des abonnés.

Les câbles du réseau primaire, de grande capacité, sont normalement souterrains; ils sont posés en conduite ou enterrés directement. Ceux du réseau secondaire sont souterrains ou aériens (structure en forme de 8, par exemple). Le long des câbles posés en conduite, on aménage à divers intervalles des chambres qui permettent d'accéder facilement au câble pendant son installation et en cours de maintenance.

La longueur d'une ligne d'abonné est comprise entre une centaine de mètres et plusieurs kilomètres.

Il est en principe possible d'utiliser dans un réseau local des concentrateurs ou des multiplexeurs afin de faire des économies sur la capacité des câbles de transport. Un concentrateur de lignes est un équipement de commutation spécial qui concentre le trafic d'un groupe d'abonnés sur un nombre relativement faible de lignes le reliant au central. Un multiplexeur de lignes est un équipement de multiplexage qui relie chaque abonné d'un certain groupe au central, non pas par une paire du câble mais par un circuit téléphonique séparé. Il convient de noter qu'avec un multiplexeur tous les abonnés du groupe peuvent être reliés en même temps au central, ce qui n'est pas le cas avec un concentrateur.

Les concentrateurs et multiplexeurs de lignes sont particulièrement intéressants dans les zones rurales. Certaines publications du CCITT ([2], par exemple) définissent ces zones comme généralement constituées d'habitations dispersées, de villages et de petites villes. Les lignes d'abonné y sont donc relativement longues et tant les concentrateurs que les multiplexeurs peuvent être avantageusement utilisés pour constituer un réseau économiquement structuré.

Pour d'autres applications que la téléphonie, notamment pour la distribution de programmes de télévision, on utilise d'autres configurations du réseau.

2. Configuration d'un réseau local et rural

Selon les services qu'un réseau doit assurer et selon le nombre de ses abonnés et leurs emplacements, diverses configurations sont possibles: par exemple le réseau entièrement maillé, le réseau en anneau, le réseau arborescent et le réseau en étoile (figure 1).

Dans un réseau maillé, tous les abonnés sont reliés deux à deux par une ligne individuelle. Cette configuration nécessite naturellement beaucoup plus de câbles et de chambres que toute autre, mais aucun central téléphonique. L'utilisation des lignes est extrêmement médiocre, aussi les réseaux maillés, pour des raisons d'économie, sont-ils pratiquement inutilisés.

Dans un réseau en anneau, tous les abonnés sont embrochés sur une seule et même ligne, à la façon des perles d'un collier. Toute information introduite dans le réseau par un abonné passe par tous les nœuds. Il faut, pour cette raison, prévoir un certain nombre de voies de transmission entre tous les nœuds, c'est-

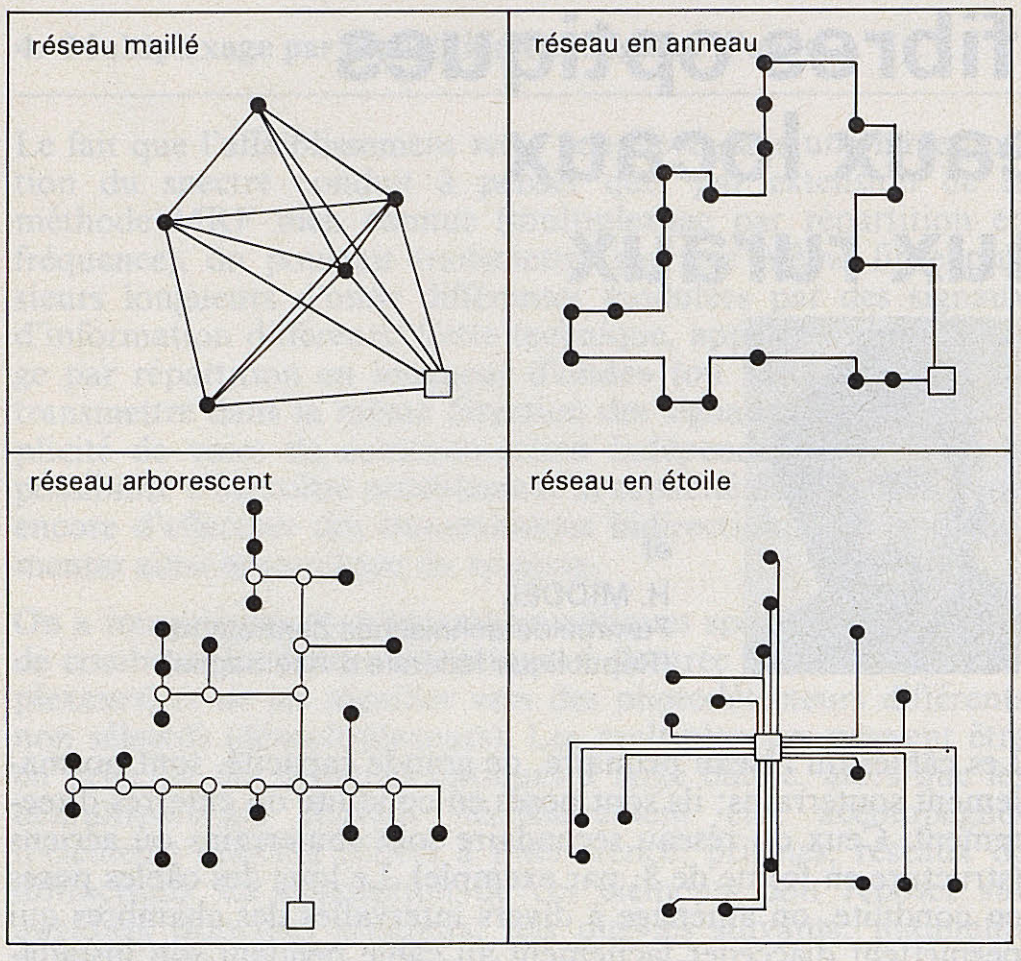


Figure 1 — Diverses structures des réseaux locaux et ruraux

à-dire entre les terminaux du réseau d'abonnés; ce nombre doit être proportionné au trafic à écouler. Un système à multiplexage par répartition dans le temps associé à un moyen de transmission à large bande est tout indiqué pour cela. A chaque nœud, seule est extraite du réseau l'information destinée à un certain abonné. Comme les autres, les réseaux en anneau doivent comporter des organes centraux, situés par exemple en un point où l'information est transférée au niveau suivant de la hiérarchie. Il leur faut de plus un équipement de commande centrale destiné à éviter le blocage que risque de causer, par exemple, la circulation répétée d'informations comportant une adresse erronée. Pour le réseau d'abonnés, les voies de transmission d'un réseau en anneau sont mieux utilisées que celles d'un réseau maillé ou d'un réseau en étoile. Mais le réseau en anneau, s'il est du type unidirectionnel, présente un inconvénient majeur: sa vulnérabilité en cas de défaillance de l'équipement terminal complexe d'un poste d'abonné ou de rupture d'un câble. On pourrait améliorer la fiabilité d'un tel réseau s'il était bidirectionnel, mais les conséquences sur l'économie du réseau seraient mauvaises. De plus, il y a incompatibilité entre les réseaux en anneau et les réseaux déjà existants et il faudrait des organes de transition, comportant des mémoires et des convertisseurs de signaux aux points de connexion. L'extension d'un réseau en anneau est limitée par la largeur de bande du milieu de transmission utilisé pour constituer l'anneau, compte tenu de celle qui est nécessitée pour chaque abonné.

Le réseau arborescent consiste en plusieurs branches qui, dans le cas d'un réseau pour communication bidirectionnelle, comportent deux trajets de sens opposés avec le même nombre de voies de transmission. Chaque abonné est relié à ces deux trajets, l'un pour l'émission, l'autre pour la réception. Pour qu'il puisse y avoir échange d'informations sur le réseau, il faut qu'aux points de branchement les lignes soient connectées de telle manière que, sur la ligne de réception de chaque branche, l'information injectée dans le réseau puisse parvenir à chacun des abonnés. Il faut de plus, à l'extrémité de chaque branche, connecter les trajets desservant les deux directions de manière telle que le retour en arrière de l'information soit possible. Le réseau arborescent, comparé au réseau en anneau, est plus souple pour ce qui est des possibilités d'extension sur le terrain. Cependant, pour l'un et l'autre type de réseau, le nombre des abonnés est limité par la capacité de transmission des lignes dont il se compose. L'élargissement du réseau par une seconde ligne revient à doubler le nombre des organes qu'il comporte. Dans un réseau arborescent, une défaillance du câble ne met hors service qu'une partie du réseau, mais les conséquences sont plus graves si la connexion entre deux points de branchement vient à être interrompue. Comme dans un réseau en anneau, la fiabilité de l'équipement d'abonné a aussi une influence sur la fiabilité de l'ensemble du réseau. Il faut de plus signaler qu'il n'y a pas incompatibilité avec les réseaux de télécommunication existants. Les réseaux arborescents sont considérés comme avantageux lorsqu'il s'agit de distribuer les informations provenant d'une source centrale à destination d'un grand nombre d'abonnés — par exemple dans le cas de la télévision par câble.

Dans un réseau en étoile, chaque abonné est relié au central téléphonique par une ligne particulière. Un tel réseau nécessite beaucoup plus de longueur de câble qu'un réseau en anneau ou qu'un réseau arborescent et davantage de lignes qu'un réseau en anneau. Ces inconvénients sont en partie compensés par le fait que, contrairement aux autres types de réseau, de nombreux paramètres essentiels d'un réseau en étoile, comme la fiabilité, la disponibilité, etc., dépendent principalement du central téléphonique. Du côté des abonnés, il suffit normalement d'une ligne pour les deux sens de transmission, sans aucun équipement de multiplexage. La largeur de bande à transmettre sur cette ligne est relativement faible, car elle dépend uniquement de celle dont a besoin l'abonné considéré et non, comme dans les autres types de réseau, de la somme des largeurs de bande des signaux transmis par tous les abonnés.

Le réseau en étoile est assez peu sensible aux défaillances d'un câble car seuls sont affectés les abonnés dont la ligne se trouve dans le câble endommagé, et non pas la totalité des abonnés, comme c'est le cas dans un réseau en anneau unidirectionnel.

Le réseau en étoile offre de plus un degré de sécurité élevé contre l'interception des communications ainsi que de bonnes conditions pour la maintenance; son extension ne donne lieu à aucune difficulté; enfin, les équipements des abonnés sont beaucoup moins complexes et moins chers que ceux des abonnés d'un réseau sans central téléphonique, car ils n'ont besoin d'aucun organe de commande, de commutation ni de surveillance. Cela étant, les réseaux pour communications bidirectionnelles sont presque tous des réseaux en étoile, et c'est en particulier le cas de tous les réseaux téléphoniques.

3. Réseaux locaux et ruraux à fibres optiques

Etant donné les diverses configurations de réseau décrites ci-dessus, la question se pose de savoir laquelle se prête le mieux à l'introduction de fibres optiques dans les réseaux locaux. La réponse est que la configuration en étoile constitue la structure idéale à cet effet, et cela pour les raisons que nous allons exposer dans ce qui suit.

Comme nous l'avons dit, la structure en étoile consomme davantage de câble que la structure arborescente ou en anneau; cependant, les analyses de coût des diverses structures de réseaux locaux montrent que le coût des câbles n'est qu'une faible fraction du coût total du réseau. Cette tendance est encore accentuée maintenant que, avec les quantités toujours plus grandes de fibres optiques que l'on produit, le prix de ces dernières a diminué au point de se rapprocher de celui des paires de conducteurs en cuivre.

Un réseau à fibres optiques en étoile se prête à la transmission dans les deux sens pour tous les services existants, à bande étroite ou à bande large, et même de tous les services dont on s'attend qu'ils soient assurés dans l'avenir sur une seule ligne d'abonné. De cette manière, on peut réaliser un réseau de télécommunication intégré à large bande, sur lequel on pourra ouvrir de nouveaux services bidirectionnels à large bande, et notamment des services visiophoniques et des sevices de vidéoconférence.

Le supplément de prix de revient des câbles à fibres optiques serait certainement compensé, et au-delà, par les économies que

l'on ferait en matière de travaux de génie civil si l'on adjoignait aux réseaux téléphoniques actuels à câbles en paires métalliques un réseau de distribution de télévision par câble et, à une date ultérieure, un autre réseau de télécommunication à large bande.

L'infrastructure du réseau actuel en étoile constitué de câbles à conducteurs en cuivre semble également convenir pour les systèmes à fibres optiques. Il ne sera donc pas nécessaire d'imaginer une conception totalement nouvelle du réseau, avec de nouvelles conduites, de nouveaux trajets pour les câbles souterrains et de nouveaux emplacements pour les bureaux centraux, les concentrateurs et les multiplexeurs.

Là où il n'est pas prévu de réseau avec intégration des services (c'est-à-dire de réseau pour services bidirectionnels à large bande), on peut imaginer d'autres structures de réseau que la structure en étoile. Ce pourrait être le cas lors de l'introduction des fibres optiques dans le réseau rural s'il ne s'agit d'assurer que des services de distribution à large bande (télévision par câble, par exemple). Il est clair que les fibres optiques utilisées dans un tel réseau devront avoir des propriétés différentes pour ce qui est de l'affaiblissement, de la largeur de bande et de la longueur d'onde, selon la distance à laquelle l'usager se trouve du central, la nature du service à assurer et le mode de transmission retenu.

En plus des fibres à gradient d'indice 50/125 µm, dont l'usage est recommandé par le CCITT (Avis G.651), on pourra sans doute employer d'autres types de fibres: fibres à saut d'indice ou fibres monomodes. Il peut se révéler commode pour des raisons économiques, par exemple pour éviter l'emploi de répéteurs, d'utiliser des types de fibres ayant des valeurs différentes d'affaiblissement et de largeur de bande selon la distance à laquelle un usager se trouve de son central local.

L'alimentation en énergie de l'équipement de l'abonné est une question de grande importance si le réseau à conducteurs en cuivre doit être en grande partie remplacé par un réseau à fibres optiques pour tous les services. Deux solutions semblent pratiquement possibles, à savoir:

— l'alimentation locale du terminal de l'abonné par le réseau public, avec ou sans batterie;

— l'emploi d'autres sources d'énergie (générateurs, panneaux solaires, etc.).

Ces conceptions sont nouvelles pour autant qu'il s'agit des installations de maintenance existantes, mais on dispose déjà du matériel qui serait nécessaire.

Il ne conviendrait pas, dans un réseau à fibres optiques, que l'alimentation en énergie des terminaux d'un abonné se fasse par les câbles en cuivre existants ou par des fils de cuivre placés à l'intérieur des câbles en fibres optiques, sinon la téléalimentation de ces terminaux soulèverait de sérieux problèmes de planification et impliquerait la consommation de grandes quantités de cuivre.

On voit donc que le réseau à fibres optiques en étoile pourrait être constitué de câbles ne comportant aucune partie métallique. L'alimentation des terminaux d'abonné serait décentralisée. Si des concentrateurs ou des multiplexeurs doivent être installés — par exemple dans le réseau rural — l'alimentation de ces appareils doit être considérée comme un problème particulier à résoudre. La figure 2 [3] représente la configuration possible d'un réseau local de câbles à fibres optiques.

4. Méthodes de transmission

Le choix du système de transmission à utiliser dépend de la nature des services à assurer: visiotéléphonie, télévision en couleur, vidéoconférence, services à bande étroite intégrés, etc. [3-7].

La notion de réseau de télécommunication intégré à large bande destiné à desservir des abonnés devrait reposer sur les conditions fondamentales suivantes:

— une fibre par abonné;

— option pour l'utilisation de plusieurs longueurs d'onde (MRL), cela étant une possibilité pour l'avenir;

— structure modulaire permettant de réaliser une installation répondant aux besoins propres à l'abonné;

— compatibilité totale avec les réseaux existants pour des services comme la téléphonie et la transmission de données;

— si possible, compatibilité avec les équipements d'abonné actuels;

— alimentation individuelle des équipements d'abonné;

— service minimal en cas de panne d'alimentation électrique (par exemple service limité au téléphone).

Pour répondre aux conditions énumérées ci-dessus, on peut faire appel aux méthodes de transmission suivantes:

— pour les systèmes analogiques:
  — multiplexage par répartition en longueur d'onde, MRL, aiguillage par coupleurs optiques,
  — multiplexage dans l'espace;

— pour les systèmes numériques:
  — multiplexage par répartition en longueur d'onde, MRL, aiguillage par coupleurs optiques,
  — multiplexage par répartition dans le temps, MRT,
  — multiplexage dans l'espace.

Pour savoir lequel des systèmes de transmission convient le mieux pour une configuration de réseau donnée, on devra procéder à une analyse de coût-utilité, dont les résultats permettront de choisir en connaissance de cause le type de fibre et le type de câble.

5. Conditions générales auxquelles doivent satisfaire les câbles à fibres optiques et leurs accessoires

Le réseau en étoile, ainsi que nous l'avons déjà dit, est celui qui, pour bien des raisons, présente le plus d'avantages. Il nous faut donc connaître les conditions générales auxquelles doivent satisfaire les câbles à fibres optiques, leurs accessoires et leur installation, conditions qui sont imposées, entre autres, par la structure de ce genre de réseau.

Non seulement les câbles à fibres optiques à installer dans les réseaux locaux devront avoir des propriétés de transmission qui leur soient propres, mais encore faudra-t-il qu'ils satisfassent aux conditions particulières provenant de ce que l'environnement, dans le réseau local, est plus rigoureux; en d'autres termes, ils devront supporter les opérations de tirage et de pose au moins aussi bien que les câbles à conducteurs en cuivre.

Lors de la planification du réseau, on devra encore tenir compte des conduites, des chambres, etc., déjà existantes. Par exemple, si les conduites ont un diamètre intérieur de 100 mm, le diamètre extérieur des câbles ne devra pas dépasser 85 mm.

5.1 Construction des câbles

La capacité des câbles à fibres optiques d'un réseau local est de 2 à 100 fibres pour un câble de distribution et de 100 à 4000 fibres pour un câble de transport. Il convient de réduire le nombre de types de câbles et, par conséquent, de les réaliser en fonction de normes uniformes.

Le mode de construction décrit ci-dessous ne représente qu'une possibilité parmi d'autres. Nous décrirons des types de câbles déjà connus, comme le câble en ruban et le câble à rainure en V [8].

Un câble constitué à partir d'unités de base de 10 fibres par exemple semble convenir; pour que le diamètre de cette unité reste faible, les fibres seront placées à l'intérieur d'une gaine souple (figure 3).

Les 10 fibres d'une unité de base peuvent jouer avec la même liberté dans leur gaine qu'une fibre unique dans la sienne, le bourrage étant seulement beaucoup plus dense. Un autre avantage de cette réalisation est qu'elle s'adapte aisément à la capacité que l'on veut obtenir. On peut introduire un produit de remplissage qui rend l'élément étanche et il est facile d'adapter

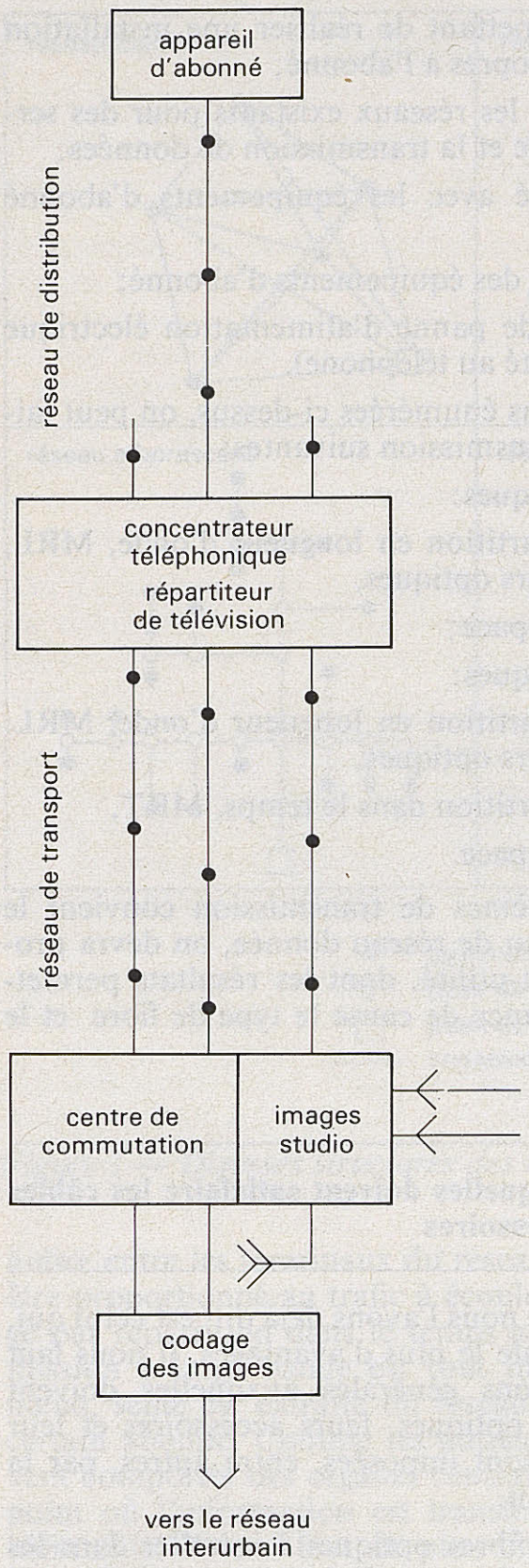
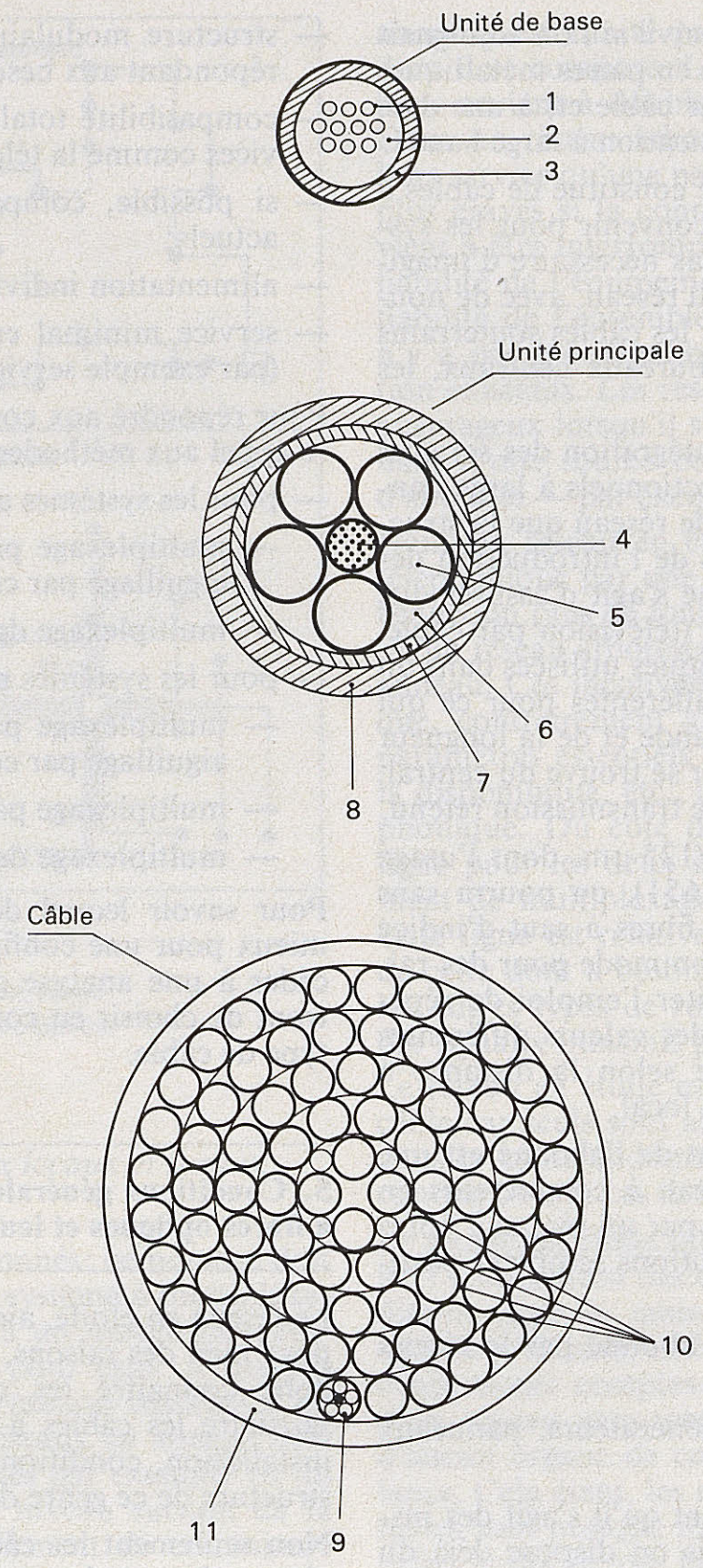
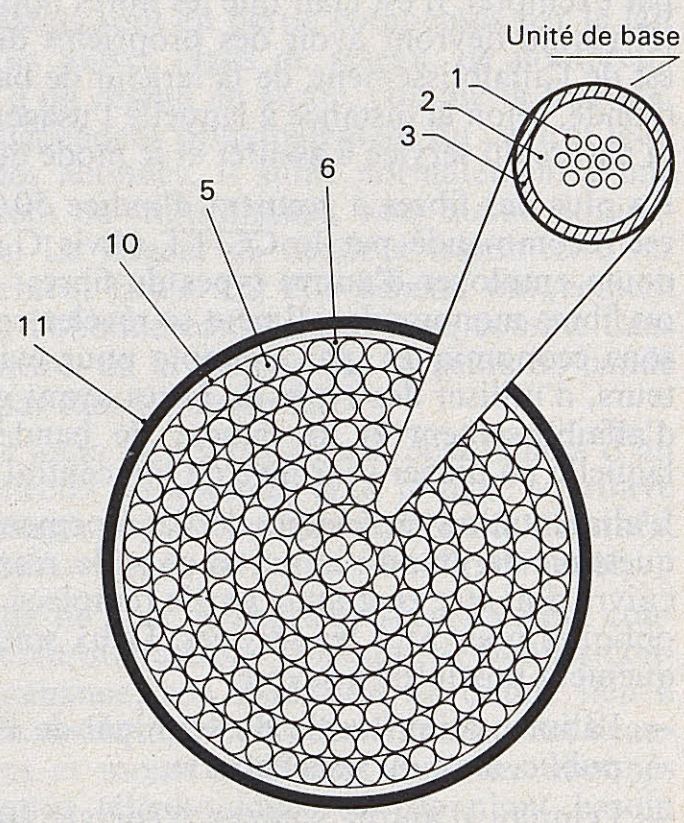


Figure 2 — Réseau local





1 = *fibre optique*
2 = *matière de remplissage*
3 = *gaine souple*
4 = *porteur central*
5 = *unité de base avec 10 fibres optiques*
6 = *remplissage*
7 = *revêtement intérieur*
8 = *revêtement extérieur*
9 = *unité principale formée de 5 unités de base*
10 = *rubanage*
11 = *enveloppe*

Figure 3 — Constitution de câbles d'un réseau local comportant un grand nombre de fibres optiques

les caractéristiques mécaniques du câble à l'application à laquelle on le destine.

Pour obtenir un câble de grande capacité, c'est-à-dire comportant un grand nombre de fibres optiques, on peut soit toronner plusieurs unités de base, soit constituer une unité principale formée d'une couche d'unités de base, 5 par exemple, autour d'un porteur central (figure 3) [9-12].

Comme produits de remplissage, on peut employer ceux que l'on utilise couramment dans la technologie habituelle des câbles, par exemple de la vaseline, et les appliquer de la manière habituelle.

L'unité de base constituée comme il vient d'être dit se prête aisément à la suspension aérienne, à laquelle on a fréquemment recours, surtout dans les réseaux ruraux. Le fil de suspension incorporé, ou bien occupe une position centrale dans l'âme du câble, ou bien est excentré par rapport à l'âme dans le cas des câbles à section en forme de 8.

Avec un câble constitué d'unités de base, on peut utiliser les revêtements et les matériaux d'usage déjà courant dans les réseaux de ce type.

L'affaiblissement des fibres étant peu élevé, on peut généralement se passer de répéteurs dans le réseau. Ce n'est que pour les réseaux ruraux que l'on devra peut-être employer des concentrateurs et des multiplexeurs; leur alimentation en énergie exigera donc la présence de conducteurs en cuivre. Le mieux sera de prévoir un câble d'alimentation distinct, aucun conducteur métallique ne se trouvant à l'intérieur du câble à fibres optiques. On réduit ainsi le nombre de types de câbles et on facilite les mesures à prendre pour la sécurité du personnel.

5.2 Raccordements et accessoires

Les coffrets de connexion et de distribution d'un réseau en câbles à fibres optiques doivent être adaptés aux conditions particulières à ces câbles. Il faut par conséquent prévoir une longueur supplémentaire de fibre pour les épissures, de la place pour ces dernières et la connexion d'éléments de renforcement. Il faut veiller à ce que l'on puisse rouvrir aisément les divers coffrets.

Avant d'aborder le problème général, il est un point que l'on doit mentionner spécialement et qui est le suivant. L'utilisation, dans le réseau local, d'une technique de raccordement uniforme (épissures, connecteurs) a des conséquences très restrictives, aussi doit-on s'assurer que les fibres fabriquées selon des procédés différents à utiliser dans un même réseau local sont compatibles pour ce qui est des épissures et des connecteurs.

Les techniques d'épissurage appliquées dans un réseau local doivent reposer sur les principes suivants:

— l'épissurage doit être aussi rapide que possible;

— les unités de base doivent être connectées et stockées au niveau des unités principales;

— il doit être facile de faire des dérivations;
— on doit pouvoir facilement accéder aux épissures;
— on doit disposer d'une longueur supplémentaire de fibre pour de futures épissures éventuelles.

Comme dans le cas des câbles classiques à conducteurs métalliques, l'épissurage doit se faire dans des enceintes fermées, mais l'aménagement intérieur de celles-ci doit être adapté à l'installation des fibres optiques. Une chambre avec un magasin pour 10 épissures, par exemple, est une solution possible (figure 4).

Il peut être souhaitable, du point de vue économique et pour permettre d'étendre avec souplesse le réseau secondaire (réseau de distribution des câbles d'abonné), de prévoir des points de sous-répartition comme on en trouve habituellement dans les réseaux métalliques existants. Cependant, avant de prendre une décision dans ce sens, on devra tenir compte des conditions propres aux câbles à fibres optiques (par exemple l'affaiblissement supplémentaire).

Il y a lieu de mettre en place, dans les centraux et chez les abonnés, des terminaux adéquats comportant des points d'essai et de mesure. Leur réalisation sera néanmoins limitée par le fait que l'affaiblissement supplémentaire réduira la longueur du système.

Pour la construction des éléments actifs de la liaison (concentrateurs, multiplexeurs), il y aura lieu de tenir compte de conditions particulières portant par exemple sur la facilité de manutention des éléments, l'espace nécessaire, l'alimentation en énergie, les échanges thermiques et la sécurité du personnel.

Il convient de réduire au minimum le nombre des connecteurs lorsque l'affaiblissement qu'introduit un de ces appareils dépasse celui d'une épissure et que l'on ne dispose pas d'une réserve d'affaiblissement suffisante. De toute façon, que le connecteur soit préfabriqué ou qu'il soit installé sur place, sa construction doit être adaptée aux conditions du milieu.

6. Installation

Avant que l'on puisse commencer à installer des systèmes à fibres optiques dans les réseaux existants, on doit chercher à voir si l'équipement actuel des liaisons (conduites, chambres, points de sous-répartition) peut servir tel qu'il est ou s'il faut l'adapter aux conditions propres aux câbles à fibres optiques. La figure 5 montre comment on peut résoudre le problème de l'utilisation multiple de conduites existantes.

Faudra-t-il choisir la solution du câble enterré ou celle du câble aérien? Cela dépend de la liaison considérée. On peut se trouver obligé de faire beaucoup de travaux d'installation.

Il peut arriver que l'installation de câbles intérieurs desservant un abonné soulève des difficultés spéciales, surtout si les tubes à emprunter sont déjà utilisés au maximum de leur capacité. On aura alors peut-être beaucoup d'installations neuves à faire.

En principe, ni la pose des câbles à fibres optiques ni leur installation ne devraient exiger plus de travaux que celles des câbles à conducteurs métalliques. La pose peut même être plus facile parce que les câbles à fibres optiques sont plus légers; pour cette même raison, les longueurs de pose peuvent être plus grandes, d'où un moins grand nombre d'épissures ainsi que de chambres de raccordement. Pour tirer parti de ces avantages, on peut être amené à prendre des mesures supplémentaires comme le tirage interstitiel ainsi qu'une préparation spéciale des extrémités en vue de ce tirage. Les opérations de fermeture et d'épissurage devront se pratiquer selon des méthodes faciles à mettre en œuvre, dont les agents déjà en fonction pourront se charger. Par exemple, l'épissurage des câbles de grande capacité prend actuellement trop de temps car on procède par simple fusion. Il faut donc que l'on invente des méthodes d'épissurage automatique pour les câbles à fibres optiques. Lorsque l'on choisira une méthode d'épissurage de préférence aux autres, on devra obligatoirement réduire la corrélation entre la durée de l'opération et l'affaiblissement dû à l'épissure. Cela implique peut-être que les épissures à la résine époxyde conviennent mieux que les épissu-

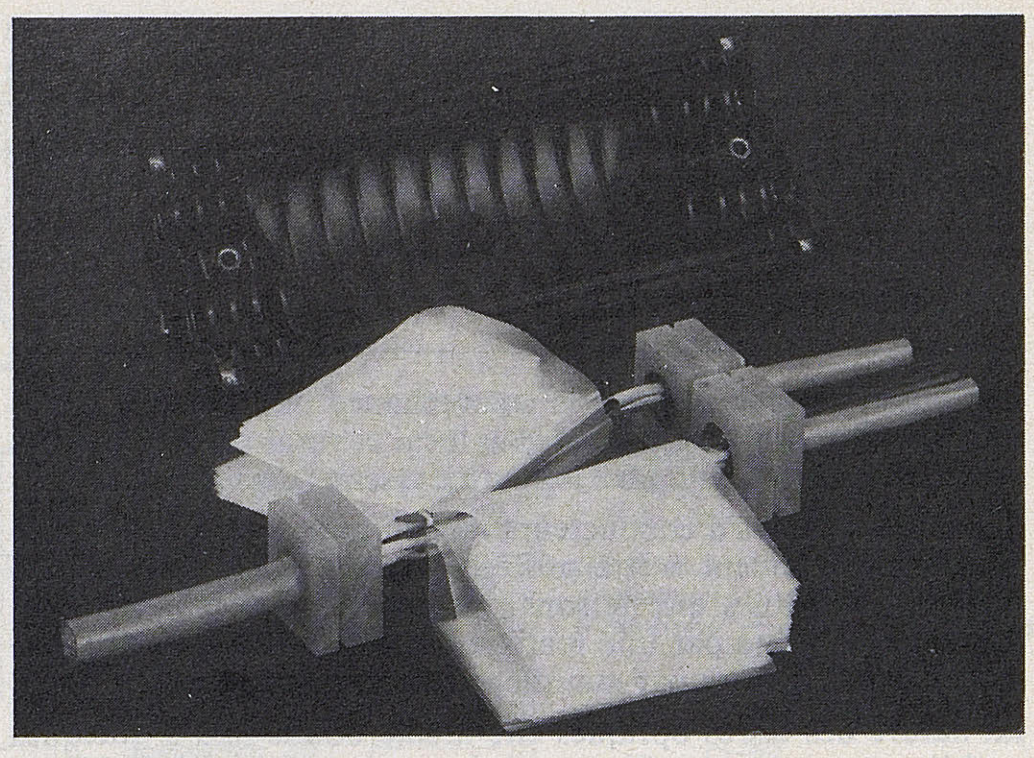


Figure 4 — Enceintes à magasin pouvant contenir les 10 épissures d'une unité de base formées d'enveloppes en matière plastique (photo du haut) ou de boîtiers (photo du bas)

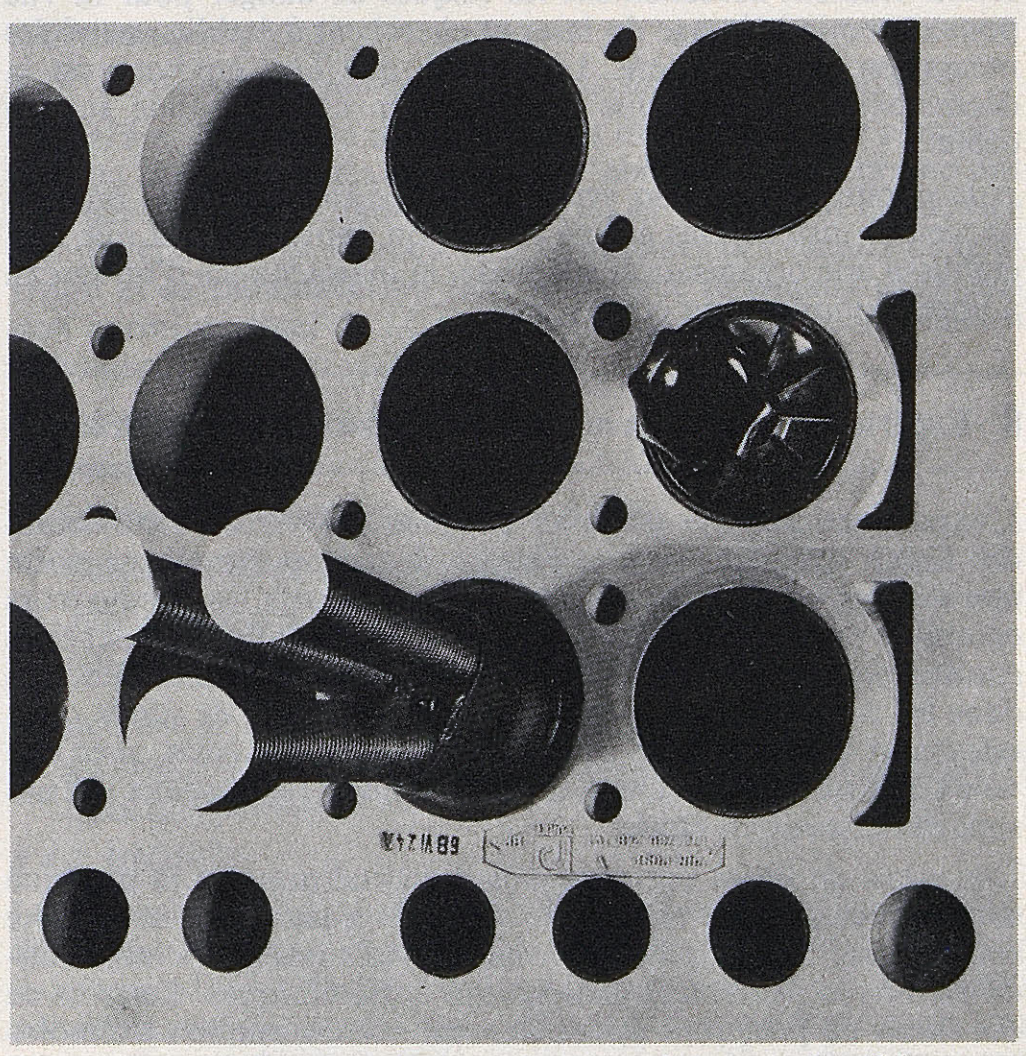


Figure 5 — Utilisation d'une même conduite par 3 câbles sous matière plastique

res par fusion. Lorsque des câbles à fibres optiques enterrés ne comportent aucune partie métallique, leur détection soulève une difficulté particulière. Une solution consisterait à les munir de bandes de matière plastique métallisée, que les détecteurs classiques de métaux pourraient alors détecter.

7. Maintenance

Les questions que soulève la maintenance des câbles à fibres optiques faisant partie d'un réseau local et rural ne diffèrent pas de celles qui se posent dans les autres réseaux déjà existants.

Comme les câbles à conducteurs métalliques, les câbles à fibres optiques demandent à être protégés, surveillés et, s'il y a lieu, réparés. Les câbles qui ne sont pas protégés contre la pénétration de l'humidité par une matière de remplissage peuvent être surveillés et protégés par maintien sous pression gazeuse.

La nature des fibres optiques elle-même donne lieu à quelques problèmes nouveaux. Chaque épissure augmente l'affaiblissement d'une liaison optique. Or, toute réparation et toute pose d'un câble selon un itinéraire détourné entraînent des épissures supplémentaires et allongent le câble, d'où un supplément d'affaiblissement dont il faut tenir compte. Il en résulte que, lorsqu'on procède à des travaux de maintenance comme le remplacement d'une section défectueuse ou l'épissurage d'une longueur supplémentaire, on doit veiller à ce que l'affaiblissement total admissible ne soit pas dépassé. Dans certains cas, on devra remplacer plusieurs sections de courte longueur par une section d'un seul tenant afin de réduire le nombre des épissures, ou encore installer un câble nouveau de plus petit affaiblissement linéique.

Les mesures sur les câbles à fibres optiques requièrent des instruments nouveaux. Il faut, sur le terrain, mesurer les caractéristiques optiques des fibres et localiser les défauts. A l'heure actuelle, lorsque l'on procède par rétrodiffusion, il arrive parfois que l'on ne puisse pas faire de mesure sur toute la longueur de la liaison en raison de la dynamique; pour remédier à cela, on devra installer des points de mesure supplémentaires le long de la ligne en câble.

Pour les éléments actifs de la liaison, qui sont alimentés par des sources d'énergie décentralisées, certains problèmes de maintenance ne sont pas encore résolus.

De nombreux comités nationaux et internationaux de normalisation étudient actuellement les risques de danger pour la vue pouvant tenir à l'usage du laser et cherchent à établir une réglementation en la matière. Une chose que l'on envisage est la déconnexion automatique des lasers en cas de panne sur un câble.

A la condition que l'on veille à donner aux agents de maintenance des instructions et une formation appropriées et que l'on établisse une organisation adéquate, la maintenance d'un réseau à fibres optiques peut être assurée.

8. Expérience acquise en matière de réseaux locaux et ruraux

L'expérience acquise jusqu'ici pour ce qui est de l'utilisation des fibres optiques dans les réseaux locaux et ruraux ne porte que sur des essais à petite échelle dans lesquels les conducteurs en cuivre ont été remplacés par des fibres optiques. Les services assurés sont restés les mêmes. Dans certains essais effectués dans les conditions de la pratique, on s'est servi de fibres optiques pour la distribution de programmes de télévision, avec une voie de retour pour le choix du programme. Les réseaux utilisés sont des réseaux en étoile.

Des essais de fibres optiques dans les conditions de la pratique sont prévus sur des réseaux locaux et ruraux pour un proche avenir. Leur but sera d'assurer des services intégrés à large bande au moyen de signaux analogiques et numériques. Certains de ces essais ne porteront pas seulement sur un examen technologique des divers éléments, tels que les câbles, les enceintes, les concentrateurs et les multiplexeurs et sur la structure adoptée pour le réseau, mais auront également pour objet de vérifier le bien-fondé et l'acceptation, du point de vue social, des services nouveaux et étendus.

Voici maintenant quelques indications sur divers essais en trafic réel qui sont déjà en cours ou qu'il est prévu d'exécuter dans un proche avenir.

8.1 France: le projet de Biarritz

En septembre 1979, l'Administration française a décidé d'installer un réseau à fibres optiques à Biarritz, cela dans la perspective de la mise en œuvre ultérieure d'un réseau avec intégration des services.

Biarritz est une station balnéaire de 28 000 habitants, située au bord de l'Atlantique près de la frontière avec l'Espagne. On a choisi deux zones de la ville pour mettre à l'épreuve un nouveau système de télévision par câble qui donne une meilleure qualité de réception et offre des services supplémentaires: téléphonie et visiophonie. Voici quelques détails sur cette expérience:

- *Services assurés:*
  - — visiophonie;
  - — distribution (télévision et canaux HiFi), permettant de choisir 2 programmes de télévision parmi 15 programmes et 1 canal stéréophonique HiFi parmi 12 canaux à modulation de fréquence;
  - — téléphonie.
- *Caractéristiques du système:*
  - — réseau en étoile;
  - — longueur maximale du câble: 1675 m (moyenne: 795 m);
  - — un connecteur à chaque extrémité (affaiblissement maximal: 1 dB par connecteur);
  - — une épissure tous les 600 m (affaiblissement maximal: 0,5 dB par épissure);
  - — affaiblissement du câble: 4,5 dB/km;
  - — marge de 5 dB pour réparations et réserve;
  - — transmission analogique (pour la télévision) et numérique (pour la téléphonie);
  - — centralisation de la commutation et des opérations de commande du central ainsi que de la distribution des programmes par transmission aux organes de connexion des abonnés;
  - — organe de connexion pour chaque abonné, concentration pour le trafic de téléphonie et de visiophonie, choix des programmes par les abonnés.

Ce système sera opérationnel en 1983.

8.2 Japon: les essais de Yokosuka

Le but principal des essais en trafic réel de Yokosuka était de mettre au point un réseau destiné à assurer, entre des postes du secteur «affaires», des services de vidéoconférence, de transmission de signaux multiplex entre PBX, de transmission de données à grande vitesse, etc. En plus de cela, on a profité de ces essais pour expérimenter un système permettant de desservir des postes «résidentiels» dans les domaines suivants: distribution de télévision par câble, service vidéo entre abonnés ou entre le central et des abonnés, enfin service téléphonique classique. Voici quelques détails sur ces essais:

- *Caractéristiques du système:*
  - — réseau en étoile;
  - — fibres à gradient d'indice: 3 dB/km (0,85 μm), 1,2 dB/km (1,3 μm);
  - — largeur de bande: 400 MHz × km;
  - — longueur du câble: 8,5 km;
  - — nombre de fibres: 10;
  - — services: téléphonie, photocopie et données à grande vitesse, télévision, télévision à haute définition, télévision à ondes métriques;
  - — longueur d'onde: 0,8-1,3 μm (MRL).

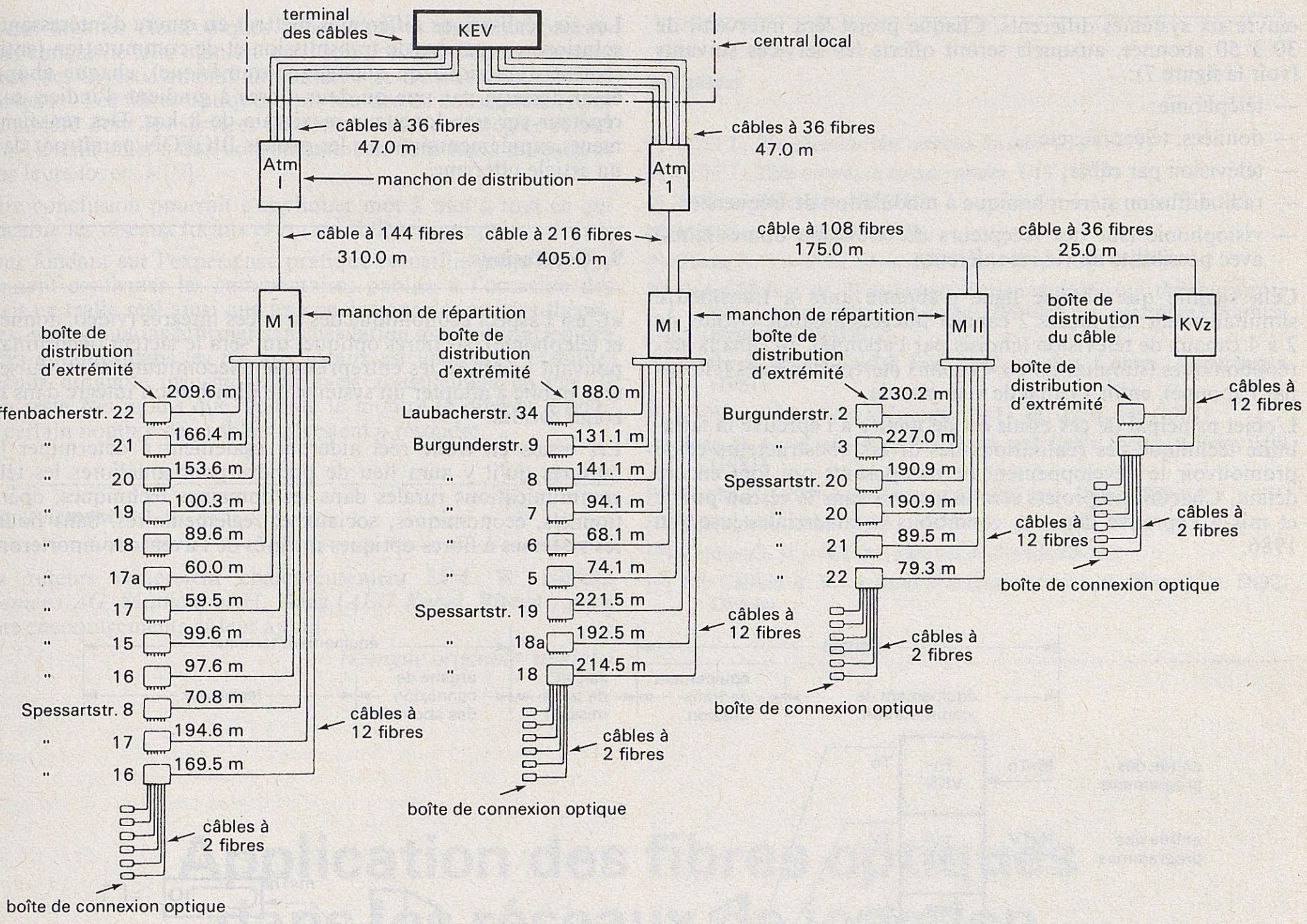


Figure 6 — Schéma d'un réseau complet de 150 abonnés (exemple)

8.3 Canada: les essais de réseau rural d'Elie

• *Description du système — services assurés:*

Les essais, effectués dans les conditions de la pratique, intéresseront 150 abonnés. Environ 70% des participants habitent des agglomérations; les autres sont disséminés dans les zones rurales voisines. Les abonnés seront desservis par des circuits à fibres optiques formant des réseaux en étoile à partir de deux centres de distribution, l'un situé à Elie (le FTC = *field trial centre*), l'autre près de Saint-Eustache (le RDC = *remote distribution centre*). Ces centres sont installés dans des remorques; un câble à fibres optiques de 9 km sans répéteur, acheminant des signaux numériques et analogiques, les relie. La ligne d'abonné la plus longue aura 5 km; elle transmettra à l'abonné le signal intégré en boucle. Les services assurés sur cette boucle seront les suivants:

— service téléphonique avec un abonné ayant jusqu'à 4 postes supplémentaires;
— possibilité de choisir parmi 7 canaux stéréophoniques MF;
— une voie duplex pour transmission transparente de données synchrones à 56 kbit/s permettant à chaque abonné d'utiliser des services numériques supplémentaires.

• *Caractéristiques du système:*

— fibres à gradient d'indice: 4 dB/km (840 et 930 nm);
— largeur de bande: 400 MHz (liaison entre centraux), 600 MHz (boucle d'abonné);
— liaison entre centraux: 9 km (sans répéteur);
— longueur totale des boucles: 75 km;
— longueur maximale d'une boucle: 5 km;
— transmissions numériques (DS1, DS2) et analogiques (télévision et autres);
— nombre d'abonnés: 160.

8.4 Allemagne

8.4.1 Le réseau d'abonnés à câbles optiques de Berlin-Ouest

En 1979 et 1980, on a procédé à trois essais en service commercial, au cours desquels environ 350 abonnés au téléphone ont été reliés au réseau (voir la figure 6) et à un essai en service commercial destiné à procurer à 24 abonnés des canaux de télévision et de radiodiffusion stéréophonique (2 canaux de télévision parmi un total de 12 et 2 canaux de radiodiffusion stéréophonique MF parmi un total de 24).

• *Caractéristiques du système:*

— réseau en étoile;
— longueur maximale de câble: 2,6 km;
— fibres à gradient d'indice: 50/125 µm ou 62,5/125 µm;
— affaiblissement des fibres: 3,0 à 6,0 dB/km (850 nm);
— largeur de bande: 400 MHz × km;
— nombre de fibres: de 2 à 320;
— transmissions analogiques (télévision, téléphonie) et numériques (téléphonie).

8.4.2 BIGFON

La *Deutsche Bundespost* a décidé d'installer des réseaux BIGFON (*Breitbandiges Integriertes Glasfaser-Fernmelde-Ortsnetz* — réseaux locaux de télécommunication intégrés à large bande par fibres optiques) dans sept villes d'Allemagne. Ces essais, qui auront lieu en 1982 et 1983, porteront sur 10 projets émanant de six compagnies ou groupes de compagnies et mettant en

œuvre six systèmes différents. Chaque projet fera intervenir de 30 à 50 abonnés, auxquels seront offerts les services suivants (voir la figure 7):

— téléphonie;
— données, télécopie, etc.;
— télévision par câble;
— radiodiffusion stéréophonique à modulation de fréquence;
— visiophonie (sur des récepteurs de télévision domestiques) avec possibilité de vidéoconférence.

Cela signifie que chaque ligne d'abonné aura à transmettre simultanément: au moins 2 canaux intégrés à bande étroite, de 2 à 4 canaux de télévision (choisis par l'abonné), 24 canaux stéréophoniques (simultanés) ou 4 canaux stéréophoniques (choisis par l'abonné), enfin 1 canal de visiophonie.

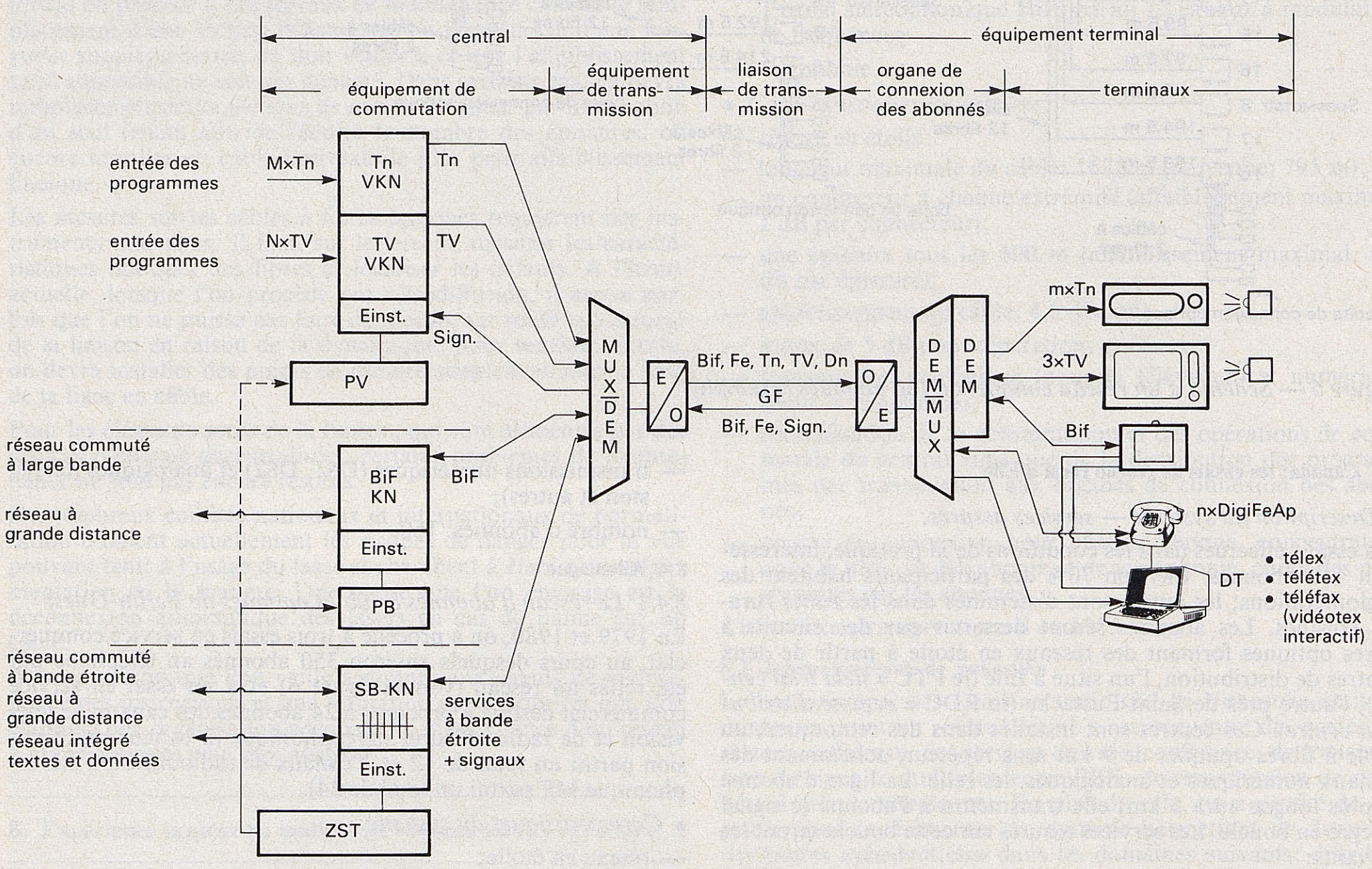
L'objet principal de ces essais est de mettre à l'épreuve la faisabilité technique des réalisations des divers constructeurs et de promouvoir le développement de composants qui font encore défaut. Chacun des projets sera incorporé dans le réseau public et mis à l'épreuve dans les conditions commerciales jusqu'en 1986.

Les six réalisations différentes mettent en œuvre d'intéressantes solutions en matière de transmission et de commutation (entièrement numérique ou analogique/numérique), chaque abonné étant desservi par une ou deux fibres à gradient d'indice, sans répéteur sur une longueur maximale de 8 km. Des renseignements supplémentaires sur les projets BIGFON paraîtront dans un article ultérieur.

9. Conclusions

«C'est l'aspect économique des services intégrés (vidéo, données et téléphonie) par fibres optiques qui sera le facteur déterminant pouvant conduire les entreprises de télécommunication du secteur public à adopter un système de distribution intégré dans les zones rurales.

Les essais en trafic réel aideront également à déterminer les mesures qu'il y aura lieu de prendre pour améliorer les télécommunications rurales dans les domaines techniques, opérationnels, économiques, sociaux et réglementaires. Sans doute, les systèmes à fibres optiques intégrés de l'avenir comporteront-



Dn = *données*
Fe = *téléphonie*
TV = *télévision*
Tn = *son*
Tn-VKN = *matrice de commutation pour distribution des programmes radiophoniques*
TV-VKN = *matrice de commutation pour distribution des programmes de télévision*
GF = *fibre optique*
BiF = *visiophonie*
PV = *processeur pour les matrices de commutation pour distribution des programmes*
PB = *processeur pour BiF-KN*
ZST = *commande centrale*
DT = *terminal pour données*
SB-KN = *matrice de commutation à bande étroite*
DigiFeAp = *appareil téléphonique numérique*
BiF-KN = *matrice de commutation pour visiophonie*
Einst. = *contrôleur*
Sign. = *signaux*

Figure 7 — Réalisation possible d'un réseau de télécommunication local intégré à large bande

ils des organes électroniques modulaires et des microprocesseurs conçus de telle manière qu'il soit possible d'opérer en souplesse des investissements de matériel et d'ouvrir des services nouveaux. Les fibres optiques sont lourdes de conséquences sur la manière dont les services de communication intégrés seront dans l'avenir offerts aux consommateurs, dans leurs bureaux et dans leurs foyers.» [13].

Cette conclusion pourrait s'appliquer mot à mot à tout ce qui concerne les réseaux locaux et ruraux à fibres optiques.

Nous fondant sur l'expérience pratique recueillie jusqu'ici, que viennent confirmer les commentaires publiés à l'occasion des essais en trafic réel ainsi que les conclusions des articles théoriques, nous pouvons affirmer sans hésitation que l'utilisation des fibres optiques dans les réseaux locaux est une chose possible. Aucune difficulté insurmontable n'est actuellement en vue. Il n'en reste pas moins que, comme le montre le présent article, un certain nombre de problèmes restent à résoudre.

Remerciements

Les auteurs remercient chaleureusement MM. W. Nerenz (*Siemens AG*, Munich) et H. Haag (*AEG Kabel*, Rheydt) pour leurs encouragements et leur appui.

(Langue originale: anglais)

Références

[1] CCITT: *Planification des réseaux locaux.* UIT (1979)

[2] CCITT: *Télécommunications rurales.* UIT (1979)

[3] Tréheux M. *et al.*—NTC'80

[4] Miki T. *et al.*—ISSEL 1980

[5] Chang K. Y.—*Proc. of the IEEE*, **68**, *10*, p. 1291 (1980)

[6] Groen H. B. *et al.: Wavelength division multiplexing: the only way to get a competitive subscriber network on glassfibre?* Aarhus, Denmark (1981)

[7] Bambach W. *et al.*—7th Eur. Conf. on Opt. Comm., Copenhagen (1981)

[8] Le Noane G.—*J. des télécomm.* (UIT), **48**, *XI*, p. 649 (1981)

[9] Haag H. G. *et al.*—30th Int. Wire and Cable Symp., Cherry Hill (1981)

[10] Krahn F.—*29th Int. Wire and Cable Symp. Proc. (1980)*

[11] Schmidt W. *et al.*—ibid.

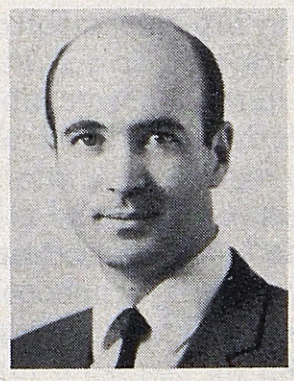
[12] Zeidler G. H.—ICC'81, Denver, Colorado (IEEE)

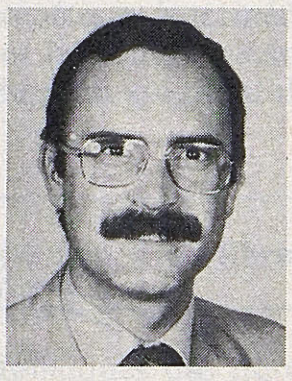
[13] Mc Callum B. B.: *A rural distribution trial with fibre optics.* DOC, Ottawa

Application des fibres optiques dans les réseaux de jonction

par

O. COTTATELLUCCI
Istituto Superiore delle Poste
e delle Telecomunicazioni (ISPT)
Rome





F. LOMBARDI
Società Italiana per
l'Esercizio telefonico p.a. (SIP)
Rome

et

G. PELLEGRINI
Centro Studi e Laboratori
Telecomunicazioni (CSELT)
Turin
(Italie)

1. Introduction

Les avantages des fibres optiques, tels que: faibles pertes de transmission, large bande passante, insensibilité aux brouillages électromagnétiques et faible rayon de courbure, ont été énumérés et soulignés bien des fois depuis l'apparition de ces fibres comme support pour la transmission. D'un autre côté, la grande diversité des applications des fibres optiques dans les réseaux de télécommunication, des circuits locaux aux liaisons sous-marines, confirme la valeur de ce nouveau support pour la transmission.

Toutes les caractéristiques que l'on vient de mentionner font que les systèmes de transmission par fibres optiques se révèlent particulièrement adaptés aux réseaux de jonction; par exemple, la faiblesse des pertes permet de relier des centraux sans répéteurs intermédiaires, et la petite taille des câbles optiques permet d'utiliser beaucoup plus efficacement les conduites et de faire ainsi des économies importantes.

On ne parlera pas ici de plusieurs aspects généraux des systèmes à fibres optiques (par exemple, les questions de conception, l'affaiblissement de la liaison, les dispersions tenant à la classification des fibres optiques, l'effet du bruit modal sur le fonctionnement des systèmes), ces aspects étant traités de façon plus approfondie dans d'autres articles. L'emploi des fibres optiques dans les réseaux de jonction est examiné ici d'une manière assez détaillée, qui permet d'évaluer les mérites de cette technique encore nouvelle compte tenu des caractéristiques spécifiques de ce type de réseau de télécommunication. A la section 2, on passe en revue les caractéristiques des réseaux de jonction, en se référant aux conditions propres à divers pays. La section 3 est consacrée à l'analyse des systèmes de transmission qui semblent les plus adaptés aux réseaux de jonction. La section 4 concerne les caractéristiques des fibres optiques, compte tenu de celles des réseaux de jonction et des systèmes envisagés. La section 5 contient des considérations sur les caractéristiques des câbles et leur mode de pose, particulièrement influencées par les spécifications des réseaux de jonction. On analyse dans la section 6 des principes de maintenance adaptés aux systèmes et liaisons

prévus dans ce domaine. Enfin, la section 7 rend compte de certaines expériences déjà faites et que l'on peut considérer comme des exemples significatifs de l'utilisation des systèmes de transmission par fibres optiques dans les réseaux de jonction.

2. Caractéristiques des réseaux de jonction

On va examiner dans cette section les principales caractéristiques des réseaux de jonction dans différents pays. Il convient d'abord de remarquer qu'il n'est pas possible de donner une idée générale de la répartition des distances entre postes de commutation dans les réseaux de jonction des grandes zones urbaines, car les caractéristiques de ces réseaux diffèrent beaucoup d'un pays à l'autre.

La figure 1 donne des exemples de distribution des distances entre centraux.

La répartition donnée pour les Etats-Unis concerne le système T1 (1544 kbit/s) utilisé dans sept zones métropolitaines. Comme il ressort de la figure, 30% environ des distances sont inférieures à 6,4 km, et environ 80% sont inférieures à 12,8 km.

Dans les réseaux de jonction canadiens, deux grandes villes (Montréal et Toronto) présentent une répartition très voisine, comme le montre la figure 1.

La courbe tracée pour le Japon donne la répartition des longueurs de ligne des liaisons entre centraux à Tokyo, Osaka et Nagoya, trois grands centres urbains de ce pays. On voit qu'environ 30% des longueurs sont inférieures à 4 km, et qu'un espacement des répéteurs d'environ 8 km permet à 80% des centraux d'être reliés sans répéteurs.

Il ressort de la courbe montrant la répartition des longueurs dans le réseau fédéral allemand qu'un très fort pourcentage des liaisons (plus de 80%) font moins de 4 km; mais on rencontre aussi des liaisons très longues (plus de 20 km).

La figure 1 montre encore la répartition des distances entre les postes de commutation d'une grande ville italienne. On peut observer une différence sensible par rapport à ce qui précède, dans la mesure où 100% des liaisons font moins de 6 km et 80% moins de 4 km.

Enfin, la figure 1 donne la répartition des longueurs des liaisons de jonction au Royaume-Uni. On voit qu'elle se situe entre la courbe du Japon et celle des Etats-Unis jusqu'à 16 km. Mais les liaisons de plus de 16 km sont plus fréquentes qu'aux Etats-Unis. En particulier, quelques pourcents des liaisons font plus de 30 km.

Des études économiques faites aux Etats-Unis ont montré que les systèmes fonctionnant à 44,7 Mbit/s (débit correspondant à 672 voies téléphoniques numériques) constituent le choix le plus économique pour un service initial.

A ce débit binaire, dans la première gamme de longueurs d'onde (0,8-0,9 μm), avec des fibres commerciales (5 dB/km) et des diodes laser (LD) comme sources, un espacement des répéteurs de 6,5 km permettrait de se passer de répéteurs intermédiaires dans la partie centrale, la plus dense, de nombreux réseaux métropolitains [1], alors qu'un espacement plus important serait nécessaire pour éviter tout à fait les répéteurs en dehors des centraux téléphoniques existants. Dans le réseau de jonction japonais, les répéteurs doivent être espacés de plus de 15 km si l'on veut couvrir 100% des distances entre centraux. Mais il est difficile de relier les centraux téléphoniques existants sans répéteurs extérieurs dans les grandes villes, car l'espacement des répéteurs, dans la gamme de longueurs d'onde centrée sur 0,85 μm, est d'environ 10 et 8 km respectivement avec des diodes laser et des diodes photoémettrices (LED) à 6 comme à 32 Mbit/s. Afin de mieux tirer parti des fibres optiques, il a été proposé d'utiliser, pour des liaisons plus longues, des longueurs d'onde voisines de 1,3 ou 1,5 μm.

Enfin, dans les réseaux de jonction italiens, des systèmes fonctionnant à 8 et 34 Mbit/s, avec des diodes photoémettrices et des fibres commerciales, permettraient de relier entre eux, également à 0,85 μm, l'ensemble des centraux téléphoniques existants sans répéteurs extérieurs.

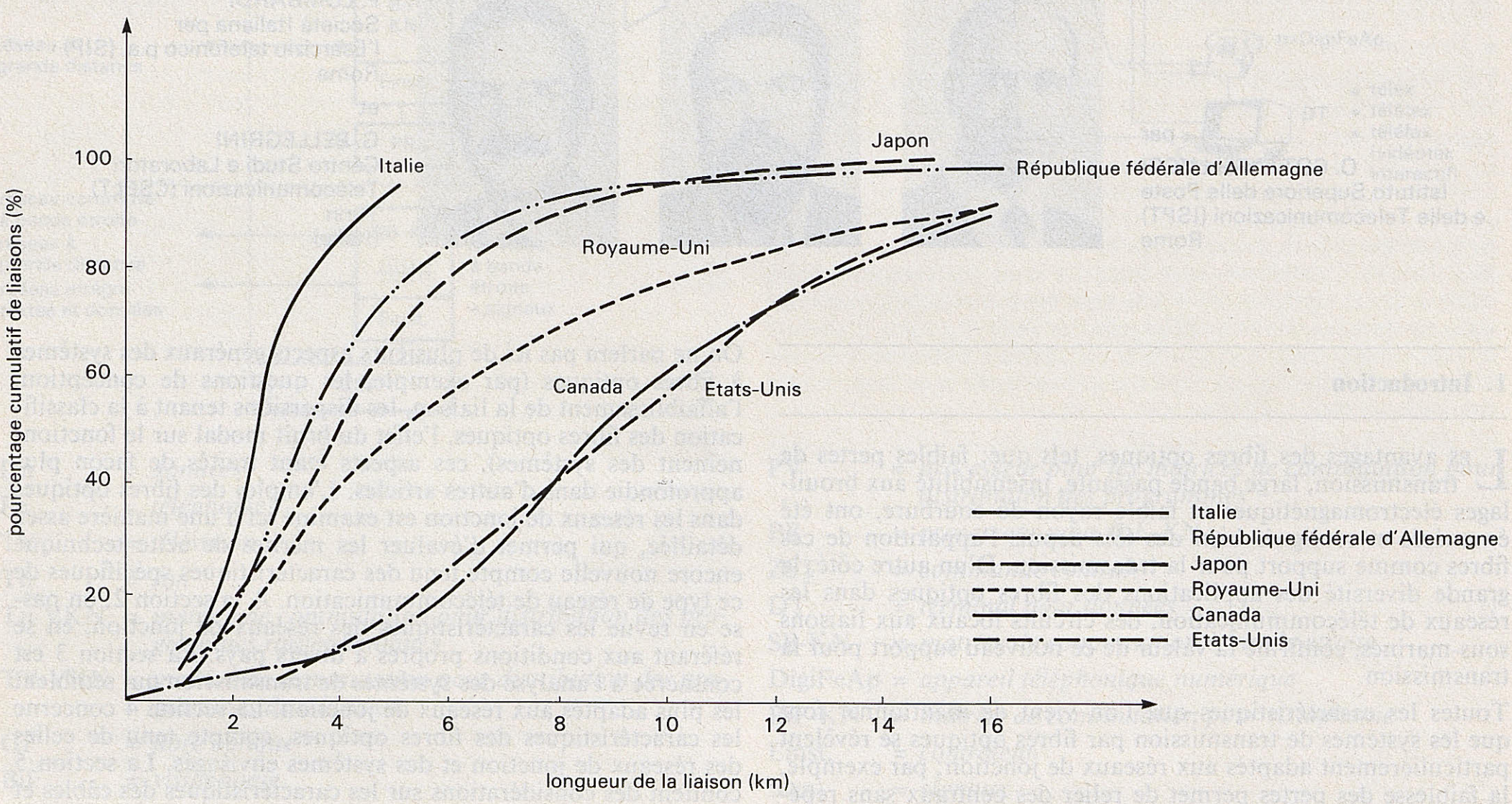


Figure 1 — Répartition des longueurs des liaisons métropolitaines

3. Aspects des systèmes de transmission

Lorsque l'on considère les systèmes de transmission des réseaux de jonction, une remarque préliminaire s'impose: il y a une nette tendance à l'utilisation des techniques numériques, qui sont les mieux adaptées à ce type d'application. En fait, les systèmes de transmission numériques sont déjà largement employés pour les liaisons entre centraux, dans les réseaux à câbles de cuivre existants. L'introduction des fibres optiques dans les réseaux de jonction permettra de faire face aux besoins d'une évolution vers un réseau intégralement numérique, les dispositifs optiques étant particulièrement bien adaptés à la transmission de l'information sous forme numérique.

En ce qui concerne la transmission numérique, le premier choix à faire est celui du débit binaire du système. Compte tenu de la répartition des longueurs et du nombre de circuits dans les réseaux de jonction, on préconise généralement l'utilisation des deuxième et troisième niveaux de hiérarchie numérique. Les systèmes à 6 et 8 Mbit/s sont très souples, tandis que les systèmes à 32, 34 et 45 Mbit/s peuvent véhiculer un grand nombre de communications téléphoniques, ce qui peut être nécessaire pour assurer les liaisons entre centraux dans les zones encombrées.

Outre le contenu d'information classique, il faut souligner que ces deux niveaux hiérarchiques ont une capacité d'information suffisante pour acheminer des signaux vidéo avec différentes méthodes de réduction de la redondance.

Les débits binaires du troisième niveau hiérarchique permettent une transmission de très bonne qualité des signaux vidéo standards, car la réduction de redondance requise est très faible. En ce qui concerne la transmission à 6 et 8 Mbit/s, le traitement à appliquer au signal est plus élaboré; par suite, la qualité peut souffrir de certaines altérations qui sont, en revanche, largement compensées par la forte réduction du débit binaire nécessaire.

Dernière considération sur le choix du débit binaire, il faut souligner que, dans certains cas [2], on peut adopter des débits binaires supérieurs pour les liaisons entre centraux, étant donné la très grande capacité nécessaire.

Dans les systèmes de transmission numérique, le débit binaire étant déterminé sur la base des considérations qui précèdent, le code en ligne joue un rôle important. Le choix optimal dépend non seulement du débit binaire du système, mais aussi des caractéristiques de transmission de la fibre (surtout la bande passante) et de la complexité des circuits de codage et de décodage. On peut dire qu'en gros plus la bande passante de la fibre est large, par rapport au débit binaire du système, plus la règle de codage, et donc le codeur et le décodeur, seront simples. Cette simplicité a souvent pour conséquence une plus grande occupation de la largeur de bande, ce qui n'est pas un inconvénient lorsqu'il s'agit de débits binaires faibles.

En ce qui concerne les applications aux réseaux de jonction, on s'accorde généralement à utiliser des codes 1B2B (par exemple CMI) pour les débits binaires faibles, et à préférer des codes montrant une plus petite augmentation du débit de symboles pour des systèmes à débit binaire élevé. Pour des débits binaires correspondant au troisième niveau de la hiérarchie numérique, on utilise couramment un codage des signaux brouillés avec contrôle de parité ou des codes 5B6B. Ces choix s'appuient sur la considération que quelle que soit la fibre, pour des systèmes fonctionnant à 6 et 8 Mbit/s, il y a toujours une largeur de bande suffisante pour accepter le signal avec un débit de symboles double; mais pour des débits binaires supérieurs et un plus grand espacement des répéteurs, la bande passante de la fibre pourrait justifier un accroissement de la complexité des circuits de codage-décodage.

Une solution intéressante, pour des systèmes à 8 Mbit/s dans les réseaux de jonction, a été expérimentée en Italie sur la liaison COS3/FOSTER de Rome, qui utilise la technique HDB3-PWM [3], celle-ci permettant de transmettre un signal à trois niveaux sur la fibre en modulant la largeur des impulsions transmises. Avec ce choix, le signal arrivant du multiplex peut être envoyé directement au circuit d'excitation sans opérations de transcodage, d'où un terminal de ligne meilleur marché.

Un autre élément important à prendre en considération, lorsqu'on examine l'application des systèmes à fibres optiques aux réseaux de jonction, est la possibilité de s'affranchir d'une alimentation à distance.

Il est en effet possible de placer les répéteurs, s'il en faut dans des centraux, où ils peuvent être alimentés localement. Pour atteindre cet objectif, il y a deux solutions. La première consiste à essayer de réaliser un espacement des répéteurs égal à la distance maximale entre deux centraux, en utilisant par exemple des fibres optiques à très faibles pertes, des systèmes fonctionnant sur de plus grandes longueurs d'onde (par exemple 1,3 µm) et des combinaisons de diodes photoémettrices et de photodiodes à avalanche (APD). L'autre solution, au contraire, s'appuie sur l'idée que dans un environnement urbain il est généralement possible de trouver un local où l'on puisse alimenter le répéteur localement, dans une gamme d'espacements entre répéteurs faciles à réaliser sans recourir à des dispositifs ou systèmes spéciaux.

En ce qui concerne le contrôle du fonctionnement de la liaison, la surveillance des erreurs semble être le meilleur moyen de contrôler la qualité du système. On peut opérer facilement cette surveillance en détectant les violations des règles de codage; en fait, tous les systèmes employés dans les réseaux de jonction utilisent un codage en ligne qui permet, outre le modelage du spectre et une récupération facile du rythme, une surveillance de la qualité de la liaison.

Une dernière remarque doit être faite au sujet de l'emploi de la technique de multiplexage en longueurs d'onde (WDM — *wavelength division multiplexing*). Cette méthode de transmission permet de véhiculer au même moment plusieurs signaux d'information en modulant des sources de différentes longueurs d'onde. On a montré [4] que cette technique de multiplexage peut être économiquement avantageuse par rapport à la méthode numérique classique (appliquée par entrelacement de bits ou de mots) dans la mesure où des répéteurs intermédiaires ne sont pas nécessaires.

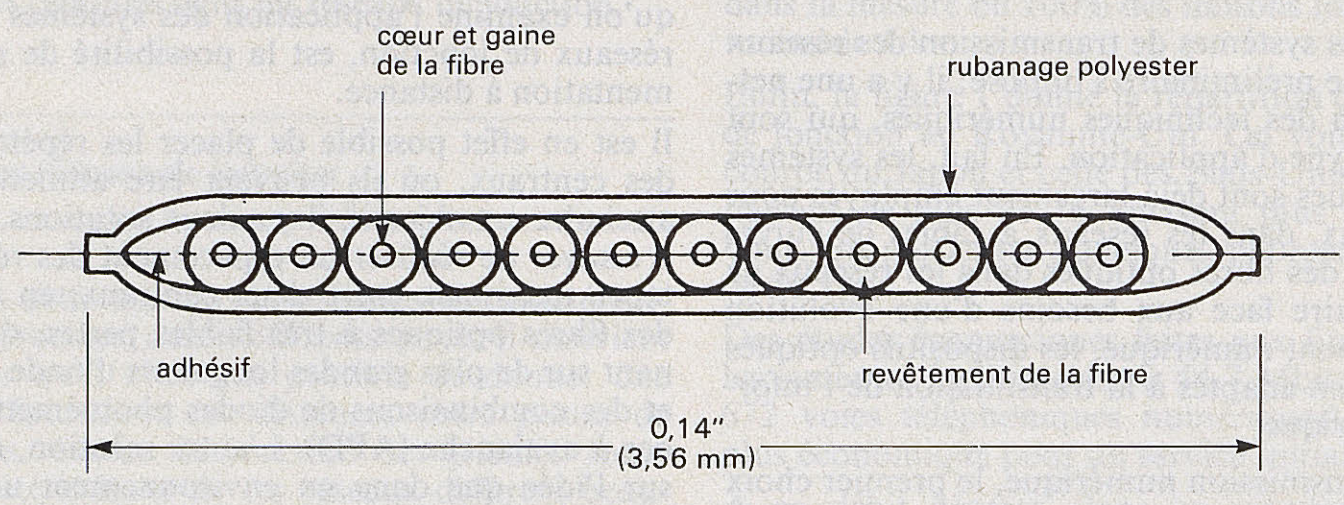
Ainsi, même s'il n'est pas prévu actuellement de faire un large emploi de tels systèmes, les réseaux de jonction pourraient véritablement profiter de cette technique car, en général, on n'utilise pas de répéteurs intermédiaires, et la possibilité d'étendre la capacité des liaisonss existantes sans ajouter de nouvelles fibres est très séduisante du point de vue de l'exploitation.

4. Caractéristiques des fibres optiques

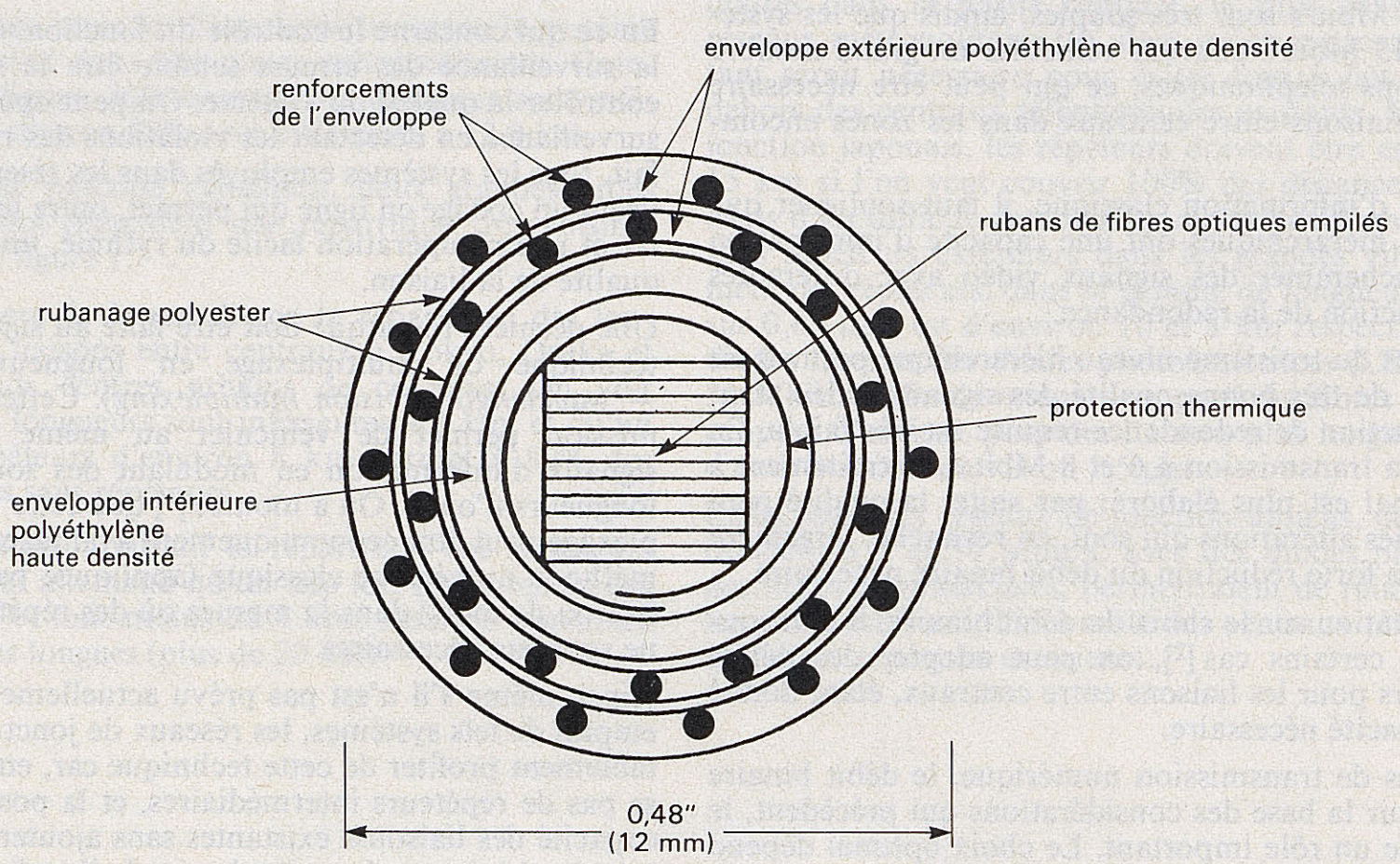
Les caractéristiques des fibres optiques convenant aux réseaux de jonction sont étroitement liées à celles de ces derniers et des systèmes de transmission examinés dans les sections précédentes.

On peut dire en général que les fibres optiques déjà mises au point pour les communications à grande distance semblent également convenir à ce domaine des télécommunications. En particulier, des fibres à gradient d'indice ayant des diamètres de cœur et de gaine respectivement de 50 et 125 µm sont déjà expérimentées et l'on prévoit leur emploi dans les liaisons à mettre en service.

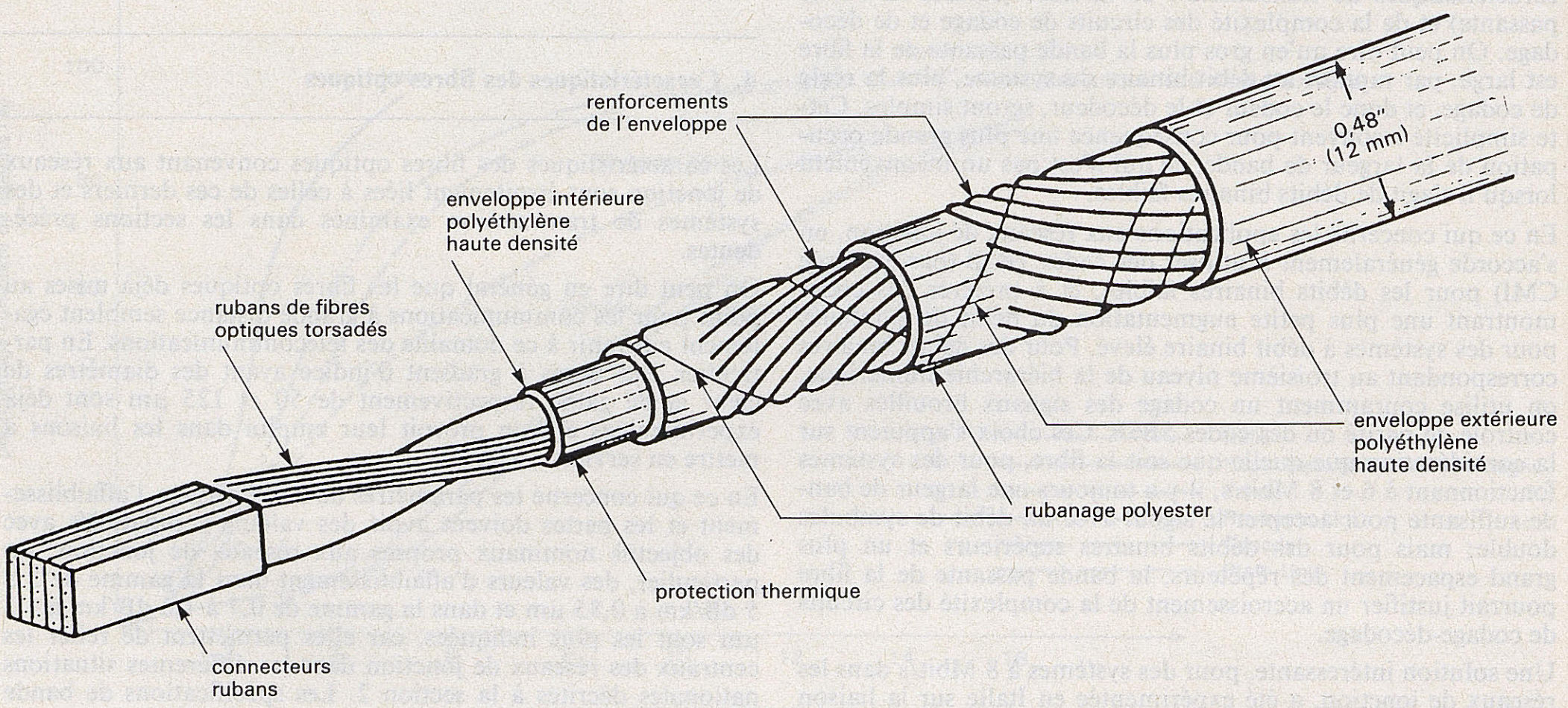
En ce qui concerne les paramètres de transmission, l'affaiblissement et les pertes doivent avoir des valeurs compatibles avec des objectifs nominaux propres aux réseaux de jonction. En particulier, des valeurs d'affaiblissement dans la gamme de 3 à 5 dB/km à 0,85 µm et dans la gamme de 0,7 à 1,5 dB/km à 1,3 µm sont les plus indiquées, car elles permettent de relier les centraux des réseaux de jonction dans les différentes situations nationales décrites à la section 2. Les spécifications de bande passante sont en général moins sévères, vu les débits binaires le plus souvent utilisés. En fait, à l'exception des cas où il faut des systèmes de transmission fonctionnant à des débits binaires de l'ordre de 100 Mbit/s, on utilise généralement des fibres ayant



Structure du ruban



Section transversale du câble



Câble optique

Figure 2 — Structure du câble pour le système FT3

une bande passante de 400 MHz × km ou davantage. Ces valeurs permettent des espacements entre répéteurs convenant aux divers réseaux de jonction nationaux.

5. Caractéristiques des câbles et modes de pose

Cette section donne un aperçu de certaines caractéristiques des câbles optiques et des modes de pose retenus dans un petit nombre d'essais en vraie grandeur effectués dans les réseaux de jonction de différents pays. Il est à présent difficile d'arrêter des choix concernant la structure du câble, le nombre de fibres, la technique de câblage (par exemple, chemise serrée ou lâche), la présence de paires métalliques, la longueur de fabrication et la protection contre l'humidité.

En fait, les exigences imposées par les réseaux numériques métropolitains sont liées à divers facteurs, comme la demande croissante de circuits, les diverses méthodes de pose (câble aérien, en tunnel, en conduite ou directement enterré), la diversité des distances entre centraux et celle des principes de maintenance. Pour donner un exemple, il est souhaitable dans certaines applications d'inclure des paires de cuivre dans le câble optique. C'est la solution normale quand on ne dispose pas de sources d'alimentation locales pour les répéteurs concernés. Mais l'inclusion de paires de cuivre dans le câble ne peut être une solution à long terme car, dans quelques années, les espacements entre répéteurs seront tels que les répéteurs intermédiaires pourront être situés à la surface dans des bâtiments et être alimentés localement. Les câbles diélectriques sont préférables dans les zones sujettes à des coups de foudre, en particulier si la résistance du sol est élevée.

L'un des facteurs qui limitent la longueur des câbles optiques est la longueur de fibre susceptible d'être fabriquée en une seule opération. Des longueurs de fabrication de 1 km sont courantes, mais des longueurs de plus de 2 km ont été réalisées et des longueurs de 5 km ne sont pas impossibles. On a installé dans des conduites souterraines des câbles à fibres optiques ayant jusqu'à 2,5 km de longueur et ce avec un succès considérable, et l'on étudie l'installation de câbles plus longs encore.

La figure 2 montre le câble utilisé pour le système FT3 et installé en plusieurs endroits aux Etats-Unis. Les fibres sont assemblées en rubans contenant chacun 12 fibres, et l'on enferme jusqu'à 12 rubans dans une enveloppe protectrice pour réaliser le câble. Le diamètre extérieur de cette enveloppe est d'environ 12 mm, et est indépendant du nombre de fibres contenues dans les rubans. Ce type de câble est séduisant du point de vue des raccordements, car les longueurs prémesurées sont pourvues de connecteurs à l'usine même et sont ensuite installées et raccordées dans l'installation extérieure pour former un trajet de transmission optique continu. En général, avant de poser le câble optique de 12 mm de diamètre extérieur, on installe une conduite en polyéthylène d'un diamètre intérieur de 24 mm dans l'ancienne conduite en dur. Cette conduite en polyéthylène fournit un environnement contrôlé pour le câble optique, ainsi qu'une méthode simple de pressurisation autour de celui-ci. Il n'y a pas de paires de cuivre incluses dans le câble, car les répéteurs sont alimentés localement dans des centraux; mais des circuits auxiliaires, dont les lignes de service et les circuits de télémesure et de surveillance de la pression du gaz, sont constitués par des paires de cuivre placées dans un câble adjacent.

La figure 3 montre un exemple de câble à 24 fibres posé à Kawasaki et pour lequel la *Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation* (NTT) prévoit un usage commercial.

Ce câble à 24 cœurs a une structure en couches concentriques. Il y a un porteur au centre du câble, entouré d'une couche contenant six quartes de fils de cuivre interstitiels et quatre éléments représentant au total 24 fibres. On utilise des fibres conçues pour des transmissions à 0,85 et 1,3 μm.

Le diamètre extérieur de chaque élément est de 4 mm, et le diamètre extérieur total de 24 mm. Un autre type de structure à deux couches est aussi utilisé pour des câbles à 48 fibres, comme l'indique la référence [5]. Le câble est en conduite sur 11,1 km et aérien sur 6,5 km. Les longueurs d'installation en conduite sont d'environ 1100 m en moyenne (maximum 1550 m). Les longueurs d'installation en ligne aérienne sont d'environ 830 m en moyenne (maximum 1280 m). La tension maximale du câble est inférieure à 300 kg tout au long du parcours; les câbles à fibres optiques installés ont été conçus pour résister à une tension de plus de 600 kg.

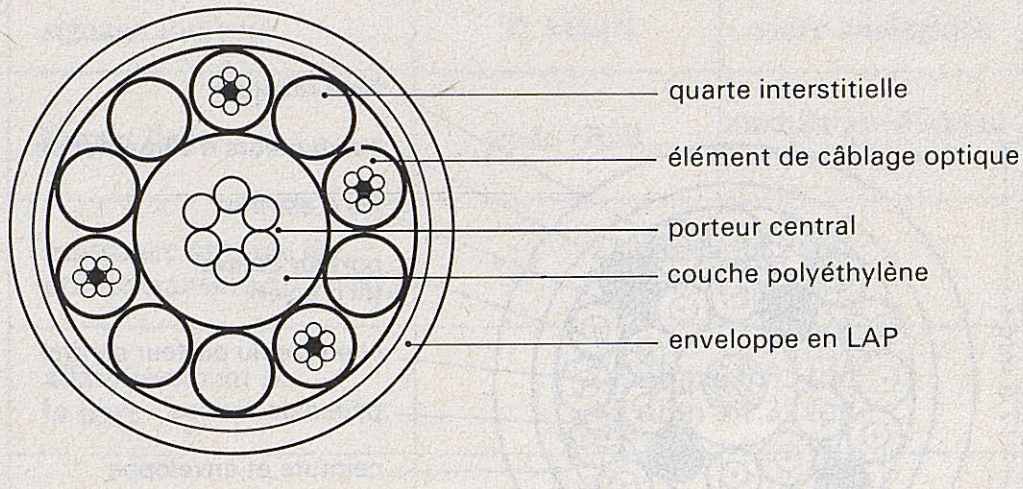


Figure 3 — Câble à fibres optiques essayé en vraie grandeur à Kawasaki

La figure 4 montre la structure du premier câble essayé en vraie grandeur par les PTT françaises dans le réseau de jonction de Paris. L'ossature est formée d'un cœur cylindrique en plastique renforcé par un porteur central. Des rainures hélicoïdales en V sont destinées à recevoir des fibres sous protection primaire et de minces rubans de plastique servent à fermer ces rainures. Un élément de câblage comporte 10 rainures et a un diamètre extérieur de 4 mm. Cet élément peut être utilisé directement et être protégé par des enveloppes appropriées. La figure 4 montre aussi le câble à 70 fibres installé à Paris, obtenu en torsadant ensemble plusieurs éléments avant l'enveloppe finale. L'atténuation moyenne de 500 km de fibres après câblage est d'environ 2,5 dB/km dans la première fenêtre.

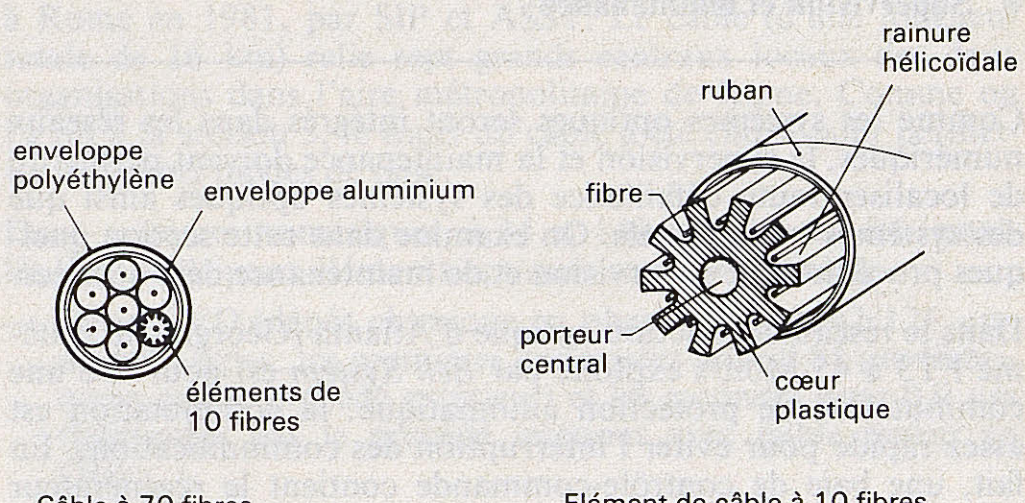


Figure 4 — Section de câble du type utilisé par les PTT françaises

La figure 5, enfin, montre le câble essayé en vraie grandeur par *Azienda di Stato per i Servizi Telefonici* (ASST) et SIP dans le réseau de jonction de Rome avec le système COS3/FOSTER [6]. Le câble contient 18 fibres et a une structure concentrique dans laquelle les fibres, protégées chacune par une chemise lâche en polypropylène d'environ 2 mm de diamètre extérieur et 1 mm de diamètre intérieur, sont torsadées en deux couches autour d'un porteur central consistant en un fil d'acier enrobé de polyéthylène. Le câble a une résistance pneumatique élevée et n'est donc pas pressurisé; mais il contient deux fils d'alarme pour détecter la pénétration d'eau. Le câble posé en conduite est protégé par une enveloppe en polyéthylène avec un ruban longitudinal interne en aluminium et polyéthylène laminé,

étanche à l'eau, et il a un diamètre hors tout de 17 mm. Les câbles directement enterrés sont en outre protégés par une ceinture, un ruban d'acier ondulé et une enveloppe extérieure en polyéthylène, qui portent son diamètre hors tout à 27 mm.

Le trajet du câble a été choisi de façon à permettre différentes méthodes de pose; en fait, 4 km de câble sont posés en tunnel, 10,7 en conduite et 1,8 directement enterrés. La longueur typique de ce tirage a été d'environ 1 km, avec une force de tirage ne dépassant pas 140 kg.

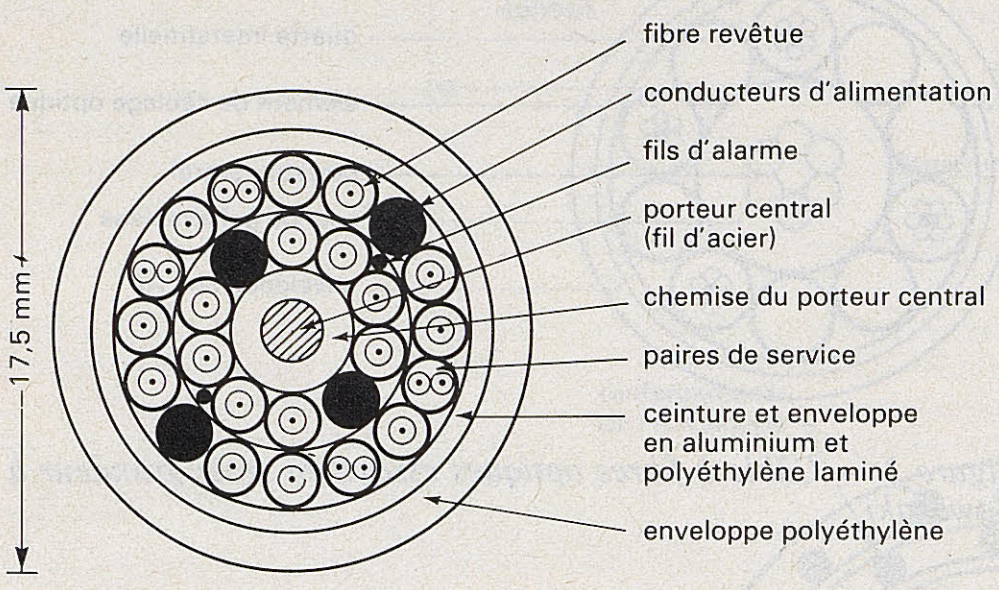


Figure 5 — Section transversale du câble COS3/FOSTER

En ce qui concerne la pose en conduite, il a fallu résoudre des problèmes liés à la coexistence du câble optique et de câbles de cuivre classiques déjà en place. Dans ce cas, le câble optique a été posé à l'intérieur d'une sous-conduite en polyéthylène de 40 mm, tirée au préalable dans la conduite de 120 mm qui abritait déjà un câble coaxial classique.

6. Supervision et maintenance

Comme les systèmes optiques seront intégrés dans les réseaux numériques, la supervision et la maintenance doivent permettre de localiser toute défaillance des systèmes optiques ainsi que des systèmes traditionnels. On examine dans cette section quelques procédures de supervision et de maintenance déjà utilisées.

Dans le réseau de jonction optique d'Atlanta (Géorgie), le système FT3 à 45 Mbit/s exploité par *Bell System* est pourvu d'une commutation de protection automatique: la commutation est assez rapide pour éviter l'interruption des communications. En fait, une baie de contrôle-commande contient le régénérateur optique et les circuits de commutation de protection pour 48 fibres, offrant jusqu'à 20 systèmes de travail dans les deux sens et quatre systèmes de protection dans les deux sens. La ligne optique est mise hors circuit lorsqu'un taux d'erreur de 10^{-6} est détecté, et rétablie lorsque le taux d'erreur est meilleur que 10^{-7}. Pour faciliter l'installation et la maintenance du système FT3, les appareils suivants sont prévus:

— un instrument de mesure des pertes optiques, pour vérifier que l'atténuation par section régénérée se situe dans les limites permises;

— un réflectomètre optique temporel, pour contrôler la qualité des raccordements et localiser les cassures de câble;

— un appareillage d'essai de ligne FT3, comprenant une source de signaux et un récepteur à utiliser dans les régénérateurs localisant les dérangements (on applique une procédure de localisation des dérangements par bouclage inverse, et un signal d'essai basse fréquence spécial sert à éprouver les régénérateurs);

— un appareil de mesure du taux d'erreur MX3 (multiplex de terminaison à 45 Mbit/s), qui fournit des signaux d'entrée à des débits binaires de différentes hiérarchies et permet de mesurer les erreurs à ces débits.

Dans le système de transmission entres centraux installé par NTT à Kawasaki, un code à contrôle de parité ordinaire a été adopté comme méthode de supervision pour une ligne de transmission numérique, et un contrôle par détection du niveau pilote est utilisé pour la ligne de transmission analogique. En outre, six paramètres sont surveillés dans les systèmes de transmission numérique: la synchronisation, l'entrée du signal de bande de base dans l'équipement de transmission, la dégradation de la puissance de sortie et l'augmentation du courant de polarisation des diodes laser, l'alimentation et les coupe-circuit. Quand un circuit est hors service, le dérangement est localisé à partir du poste principal (poste de supervision et de contrôle) et le taux d'erreur de chaque répéteur est mesuré dans un circuit bouclé. Des commutateurs sont employés au niveau électrique pour améliorer la fiabilité du système. Un commutateur pour câble à 24 fibres comporte 11 canaux de travail dans les deux sens et un canal de réserve, qui sont commutés manuellement.

Dans l'essai en vraie grandeur du système COS3/FOSTER effectué en Italie, des terminaux de différents systèmes de transmission, à 34 et/ou 140 Mbit/s, sont installés dans chaque central. Un contrôle permanent des paramètres permet une description complète du fonctionnement de chaque équipement essayé. Un équipement a été construit pour recueillir automatiquement les paramètres caractérisant le système essayé [7]. Afin de permettre des essais simultanés de systèmes installés dans cinq centraux, l'équipement a été structuré en une unité centrale et cinq appareils de mesure périphériques, à raison d'un par central.

Chaque équipement périphérique peut enregistrer les valeurs des paramètres suivants qui sont contrôlés en permanence:

— taux d'erreur;

— pourcentage de secondes sans erreur;

— tension d'alimentation du photodétecteur et courant de commande automatique de gain, à la réception;

— courant de modulation de la source, à l'émission;

— alarmes prévues par le constructeur du système.

L'unité centrale est reliée aux cinq appareils de mesure périphériques par une paire de service incluse dans le câble optique, et elle enregistre sur bande magnétique tous les paramètres énumérés plus haut.

Pour donner des informations essentielles sur un dérangement, les valeurs enregistrées sont imprimées lorsqu'un des paramètres prend une valeur dépassant des limites fixées. Ces valeurs se rapportent aux 15 minutes précédant le dérangement. De cette façon, il est possible de connaître la dégradation précédant le dérangement du système.

Il faut enfin souligner que la possibilité d'utiliser dans l'avenir un câble complètement diélectrique amène à employer les fibres optiques également pour véhiculer les informations de service et d'alarme: c'est faisable soit en réservant dans le câble une fibre pour cette fonction, soit en utilisant les fibres qui acheminent le trafic proprement dit.

7. Expériences pratiques

Des études économiques faites ces dernières années ont montré que les systèmes optiques sont très prometteurs aussi pour les applications métropolitaines. En outre, la grande capacité des fibres est bien adaptée aux besoins en circuits des réseaux de jonction des zones métropolitaines, le faible diamètre des câbles permet d'utiliser très efficacement les conduites et l'espacement des répéteurs qu'il est possible de réaliser permet dans bien des cas de se passer de répéteurs intermédiaires en chambre. Pour ces raisons, divers pays ont prévu de réaliser des essais en vraie

grandeur et de mettre en place des systèmes de transmission par fibres optiques tout à fait opérationnels. On va passer en revue dans cette section quelques-uns de ces systèmes optiques métropolitains.

La première application entièrement standard, aux Etats-Unis, a été réalisée à Atlanta, en septembre 1980.

Le câble, de 45 km de long, relie quatre sites terminaux et cinq répéteurs, la section d'amplification faisant au maximum 6,5 km entre les centraux locaux.

Les principaux éléments optiques du système de transmission numérique FT3 sont les suivants:

— fibre multimode à gradient d'indice (50/125 µm);
— câble de 12 mm de diamètre en rubans, à raison de 12 fibres par ruban et de 12 rubans au maximum par câble;
— connecteur ruban à pastilles de silicium et rainures gravées en V (le câble est pourvu de connecteurs en usine);
— connecteur biconique en plastique moulé pour fibre unique;
— émetteur: laser double hétérostructure GaAlAs (longueur d'onde 0,82 µm);
— récepteur: photodiodes à avalanche au silicium.

L'espacement maximum des répéteurs du système FT3 est d'environ 6,5 km, mais de nouvelles réductions de l'atténuation de la fibre et d'autres améliorations qu'il est prévu d'apporter au système devraient augmenter cette distance dans l'avenir.

Le tableau 1 résume les principales caractéristiques du système FT3.

Tableau 1

puissance moyenne à l'émetteur	–3 dBm
puissance reçue minimale	–48,5 dBm
marge pour les pertes des connecteurs d'extrémité	3 dB
marge pour 14 raccordements	7 dB
affaiblissement de la fibre câblée	5 dB/km
marge du système non utilisée	3 dB
espacement des répéteurs	6,5 km

L'un des principaux câbles optiques essayés en vraie grandeur a été installé par la NTT à Kawasaki, près de Tokyo, en 1980. Dans cet essai, trois centraux téléphoniques sont reliés par 11,5 km de câble en conduite souterraine, câble contenant 24 ou 48 fibres à gradient d'indice. Outre le trajet en conduite, il y a 6,3 km de ligne aérienne en boucle, avec chambre intermédiaire. Trois systèmes de transmission numérique, respectivement à 6,3, 32 et 100 Mbit/s, et un système de transmission vidéo analogique ont été installés dans trois centraux téléphoniques. Les principaux éléments optiques des systèmes sont les suivants:

— fibres MCVD (dépôt chimique modifié en phase vapeur) et VAD (dépôt axial en phase vapeur) (50/125 µm) conçues pour 0,85 µm et des fibres MCVD optimisées pour 1,3 µm;
— câble à 6 éléments, normalisé pour 24 ou 48 fibres;
— sources: diodes photoémettrices et diodes laser InGaAsP à 1,3 µm, diodes laser GaAlAs à 0,85 µm;
— photodiodes à avalanche APD au silicium à 0,85 µm et au germanium à 1,3 µm.

Le tableau 2 résume les principales caractéristiques du système numérique, fonctionnant à 32 Mbit/s, et du système analogique vidéo.

Tableau 2

signaux transmis	32 Mbit/s	vidéo analogique
format ligne	code 1B2B	modulation d'impulsions en fréquence
puissance optique de pointe transmise	+2 dBm à 0,85 µm 0 dBm à 1,3 µm	
affaiblissement de la fibre	2,8 dBm à 0,85 µm 0,7 dBm à 1,3 µm	
espacement des répéteurs	10 km à 0,85 µm 21 km à 1,3 µm	10 km à 0,85 µm 20 km à 1,3 µm

Au Royaume-Uni, *British Telecom* a achevé la première phase de son programme d'installation de 28 systèmes commerciaux opérationnels à 8 et 34 Mbit/s sur 12 liaisons du réseau de jonction. Une deuxième phase comprenant l'installation de 137 autres systèmes, fonctionnant également à 8 et 34 Mbit/s, est maintenant bien avancée. Les systèmes initiaux fonctionnaient dans la première fenêtre (0,85-0,9 µm) et employaient des diodes laser ou des diodes photoémettrices, et des photodiodes à avalanche. Les systèmes les plus avancés fonctionnent maintenant dans la deuxième fenêtre, à 1,3 µm, et utilisent des diodes photoémettrices et des récepteurs PIN-FET. L'espacement des répéteurs dépend du type de système mais peut atteindre 16 km.

Les premiers systèmes commerciaux installés en Italie l'ont été à Rome en 1981, par SIP et ASST. Le câble (d'une longueur totale de 16 km) relie sept grands centraux locaux des deux organisations dans l'aire métropolitaine de Rome. Comme on l'a dit à la section 5, le trajet du câble a été choisi pour permettre différents modes de pose.

Deux systèmes numériques, à 34 et 140 Mbit/s, ont été installés. Les principaux éléments optiques sont les suivants:

— fibres CVD (dépôt chimique en phase vapeur), 62/125 µm, de deux types: les premières optimisées pour 0,85 µm (fabriquées par le procédé extérieur) et les secondes pour 0,9 µm (fabriquées par le procédé intérieur avec faible teneur en OH);
— câble à structure concentrique, avec les 18 fibres torsadées en deux couches autour d'un porteur central;
— raccordement de fibres réalisé par la technique Springroove® dans la première partie de la liaison et par des techniques de flambage dans la section finale;
— connecteur biconique en plastique moulé;
— diodes photoémettrices fonctionnant à 0,8 et 0,9 µm et diodes laser à 0,85 µm.

Les principales caractéristiques des deux systèmes numériques sont résumées dans le tableau 3.

Les premières fibres optiques installées en France par les PTT l'ont été en 1980 à Paris. La ligne optique consiste en un câble à 70 fibres tiré en conduites sur 7,5 km entre deux centraux [8]. Les principales caractéristiques de la liaison sont les suivantes:

— fibres MCVD;
— câble à structure cylindrique rainurée;

Tableau 3

signaux transmis	34 Mbit/s	140 Mbit/s	
longueur d'onde (μm)	0,85	0,9	0,85
sources	LED	LED	LD
détecteur	APD-Si		
puissance moyenne à l'émetteur (dBm)	−15		0
puissance moyenne au récepteur (dBm)	−50		−46
marge pour les pertes des connecteurs d'extrémité (dB)	−4		2
affaiblissement du câble (pertes de raccordement comprises) (dB/km)	6	3	3,7
affaiblissement dû à la dispersion des matériaux (dB)	4	4	—
marge du système (dB)	3	3	5
espacement des répéteurs (km)	4	8	10,5

Tableau 4

signaux transmis	34 Mbit/s
longueur d'onde (μm)	0,85
sources	LD
puissance minimale au récepteur (10^{-9}) (dBm)	−50
atténuation moyenne pour l'ensemble de la liaison avec les raccordements (dB)	27 à 0,85 μm 11 à 1,3 μm
bande passante totale moyenne (MHz)	220
espacement des répéteurs (km)	7,5

— épissure dans la masse pour connexions entre câbles;

— longueur d'onde 0,85 μm et débit binaire 34 Mbit/s.

Les principales caractéristiques du système à 34 Mbit/s sont résumées dans le tableau 4.

Enfin, en 1979 la *Deutsche Bundespost* a réalisé un essai en vraie grandeur de liaisons par fibres optiques à Berlin [9].

Le câble optique, de 4,3 km de long, relie deux centraux locaux du réseau de jonction Berlin—Wilmersdorf.

L'équipement utilisé dans cet essai en vraie grandeur a été mis en place pour un système numérique à 34 Mbit/s avec comme sources des diodes photoémettrices et des diodes laser opérant à 0,85 μm.

8. Conclusions

Dans les réseaux de télécommunication, ce sont les réseaux de jonction qui peuvent profiter le plus tôt des caractéristiques utiles, bien connues, des systèmes à fibres optiques.

En fait, on a montré que les systèmes de transmission numériques fonctionnant dans la première fenêtre ($\lambda \simeq 0{,}85$ μm) ont atteint un stade de développement qui permet de les utiliser dès à présent. La section d'amplification réalisable pour des systèmes numériques des deuxième et troisième niveaux hiérarchiques, fonctionnant à 0,85 μm, permet de mettre en place un fort pourcentage de liaisons des réseaux de jonction sans répéteurs intermédiaires, et donc sans les problèmes liés, par exemple, à une alimentation à distance.

En outre, le fait que les longueurs des liaisons, dans les réseaux de jonction, se répartissent de façon très différente selon les pays donne beaucoup de séduction à l'emploi de systèmes de plus grande longueur d'onde (par exemple $\lambda \simeq 1{,}3$ μm), car les très grands espacements de répéteurs réalisables dans cette région du spectre permettent de relier 100% des centraux sans répéteurs intermédiaires. Naturellement, outre la faisabilité technique, l'intérêt économique doit être évalué avec précision si l'on veut que le choix de systèmes optiques à plus grande longueur d'onde soit tout à fait efficace.

Une dernière remarque s'impose au sujet de la technique de multiplexage en longueurs d'onde. Cette technique peut devenir très intéressante dans les réseaux de jonction, qu'il s'agisse d'accroître la capacité d'écoulement de trafic d'une fibre ou de réaliser les économies liées à l'utilisation de niveaux hiérarchiques supérieurs de capacité équivalente.

(Langue originale: anglais)

Références

[1] Jacobs I. *et al.*—*Proc. of the IEEE,* **68**, *10*, p. 1286 (1980)

[2] Shimada S.—*Proc. 6th Eur. Conf. on Opt. Comm., York (1980),* p. 427

[3] Brosio A. *et al.*—5th Eur. Conf. on Opt. Comm., Amsterdam (1979). Postdeadline paper, p. 19.9-1

[4] de Bortoli M. *et al.*—*Proc. 7th Eur. Conf. on Opt. Comm., Copenhagen (1981),* p. 26.1-4

[5] Le Noane G.—*J. des télécomm.* (UIT), **48**, *XI*, p. 649 (1981)

[6] Bonaventura G. *et al.*—*Proc. 6th Eur. Conf. on Opt. Comm., York (1980),* p. 414

[7] Caviglia, F. *et al.*—*Proc. 7th Eur. Conf. on Opt. Comm., Copenhagen (1981),* p. 15.6-1

[8] Bouillie R. *et al.*—ICC'81, Denver, Colorado (IEEE)

[9] Feldmann J.—*Proc. 5th Eur. Conf. on Opt. Comm., Amsterdam (1979)*, p. 22.1-1

Application des fibres optiques dans les réseaux interurbains

par
C. J. LILLY
British Telecom
(Royaume-Uni)

1. Introduction

Tout au long de l'histoire de la radiotéléphonie et de la téléphonie à courants porteurs, on a eu tendance à utiliser des fréquences élevées, cela avant tout parce qu'il est généralement plus économique d'accroître la capacité en tirant parti des avantages qu'offrent ces fréquences qu'en recourant à plusieurs systèmes de moindre capacité exploités sur la même artère.

L'utilisation dans les réseaux interurbains de fréquences optiques (c'est-à-dire de fréquences d'environ 3×10^{14} Hz) constitue l'aboutissement de percées technologiques antérieures.

La première a été la mise au point par Maiman, en 1960 [1], d'une source lumineuse pratiquement utilisable, ce qui a rendu possible ultérieurement celle de lasers à semi-conducteurs, aujourd'hui très utilisés comme sources de rayonnement optique dans les systèmes de transmission sur fibres optiques. L'idée d'employer des fibres de verre comme support de transmission a été suggérée dans une étude publiée en 1966 par Kao et Hockham [2]. A cette époque, l'affaiblissement de transmission des fibres optiques était de l'ordre de 1000 dB/km. L'année 1970 marquera un nouveau progrès décisif à cet égard; c'est en effet cette année-là que *Corning Glass Works* [3] est parvenu à fabriquer des fibres optiques ayant un affaiblissement de 20 dB/km.

Depuis cette époque, les progrès accomplis dans tous les domaines de la technologie des fibres optiques ont été tels que de nombreux types de systèmes ont été mis au point et installés dans diverses régions du monde, compte tenu chaque fois des conditions réelles du milieu environnant.

2. Réseaux interurbains

Il est utile de préciser ce que l'on entend par «réseau interurbain». Dans le présent article, ce terme désigne le réseau qui permet la connexion de circuits entre des centres de commutation (centraux ou bureaux), l'un secondaire et l'autre tertiaire, ou entre deux centres de commutation, secondaires ou tertiaires, situés dans des zones ou régions différentes [4, 5]. Un tel réseau, qui porte au Royaume-Uni le nom de *trunk network*, est désigné couramment en Amérique du Nord sous celui de *toll network*. Il ne faut pas le confondre avec le réseau de jonction qui comprend généralement les liaisons, d'une longueur ordinaire de 5 à 20 km, à l'intérieur des principales conurbations.

La longueur des circuits interurbains, en revanche, est extrêmement variable (de 20 à plus de 300 km, et pouvant même atteindre dans certains cas 1000 km). Les artères interurbaines constituent, par définition, les principales voies d'acheminement du trafic entre les conurbations les plus importantes. De ce fait, il est en règle générale nécessaire que les systèmes utilisés sur ces artères soient dotés d'une capacité élevée afin de réduire au minimum le coût des circuits.

3. Systèmes à fibres optiques numériques

Les systèmes à fibres optiques peuvent être conçus pour fonctionner selon des techniques analogiques ou selon des techniques numériques. Cependant, l'apparition des réseaux numériques intégrés et la possibilité d'espacer beaucoup plus les répéteurs dans le cas de la transmission numérique (avec les avantages économiques qui en résultent) font que les systèmes à fibres optiques utilisés sur les réseaux interurbains sont toujours du type numérique. Les avantages découlant de l'utilisation de systèmes à fibres optiques numériques sur les réseaux interurbains sont en gros les suivants:

— possibilité d'espacer beaucoup plus les répéteurs qu'avec des systèmes en câbles métalliques d'une capacité équivalente, d'où une réduction de l'équipement intermédiaire nécessaire;

— très grande largeur de bande d'information, d'où la possibilité d'une capacité de transmission élevée;

— possibilité d'utiliser des matériaux peu onéreux (pour les fibres optiques);

— câbles de petits diamètres occupant peu de place dans les conduites;

— diaphonie négligeable;

— signaux bien protégés contre les perturbations;

— parfaite isolation électrique.

L'utilisation de systèmes à fibres optiques sur les réseaux interurbains se traduira aussi par des avantages sensibles sur le plan économique [6], comme l'indique la figure 1.

La rapidité de transmission sur les systèmes à fibres optiques utilisés dans les réseaux interurbains numériques est fondée sur

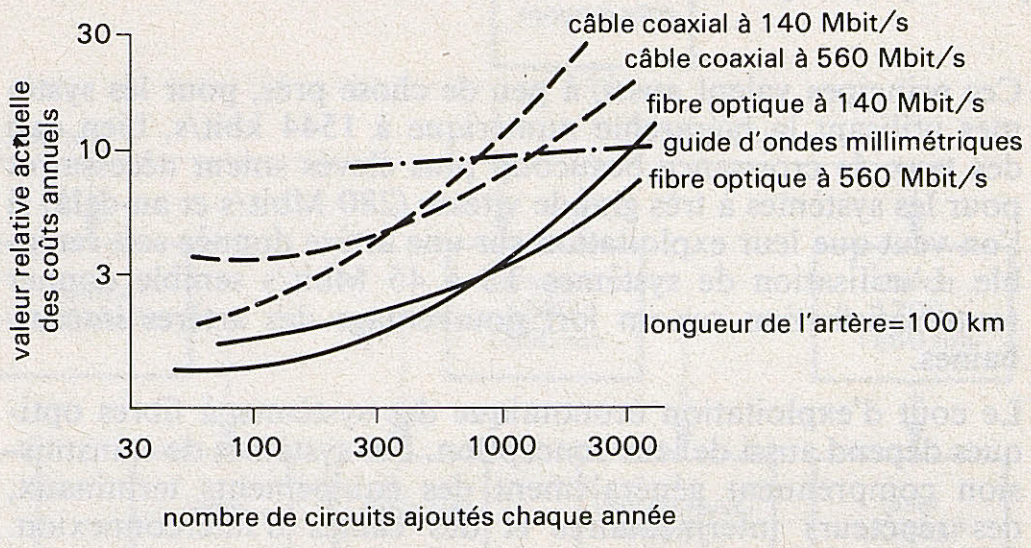


Figure 1 — Comparaison des coûts de différents supports de transmission en ligne

Tableau 1

Hiérarchies numériques du CCITT

hiérarchie fondée sur un multiplexage primaire à 2048 kbit/s (kbit/s)	hiérarchie fondée sur un multiplexage primaire à 1544 kbit/s (kbit/s)
2048	1544 (T1)
8448	6312 (T2)
34368	32064
139264	44736 (T3)

deux niveaux hiérarchiques principaux [7], comme le montre le tableau 1. Le prix de revient d'un système est le facteur prédominant du choix de celui (ou ceux) que l'on utilisera sur un réseau interurbain donné. Les artères interurbaines ont généralement un taux de croissance relativement élevé, aussi sera-t-il souvent économique d'installer des systèmes fonctionnant aux débits binaires les plus élevés (soit 34 Mbit/s et plus). Dans nombre de pays où la hiérarchie numérique à 2048 kbit/s est utilisée, les systèmes fonctionnant à 34 et 140 Mbit/s sont considérés comme les plus économiques, les systèmes à 34 Mbit/s convenant parfaitement pour les artères interurbaines à taux de croissance relativement faible (comptant de 10 à 100 nouveaux circuits chaque année), les systèmes à 140 Mbit/s convenant quant à eux davantage pour les artères à taux de croissance relativement élevé (comptant plus de 100 nouveaux circuits chaque année). Les courbes de la figure 2 montrent les avantages et les inconvénients respectifs des deux systèmes sur le plan économique.

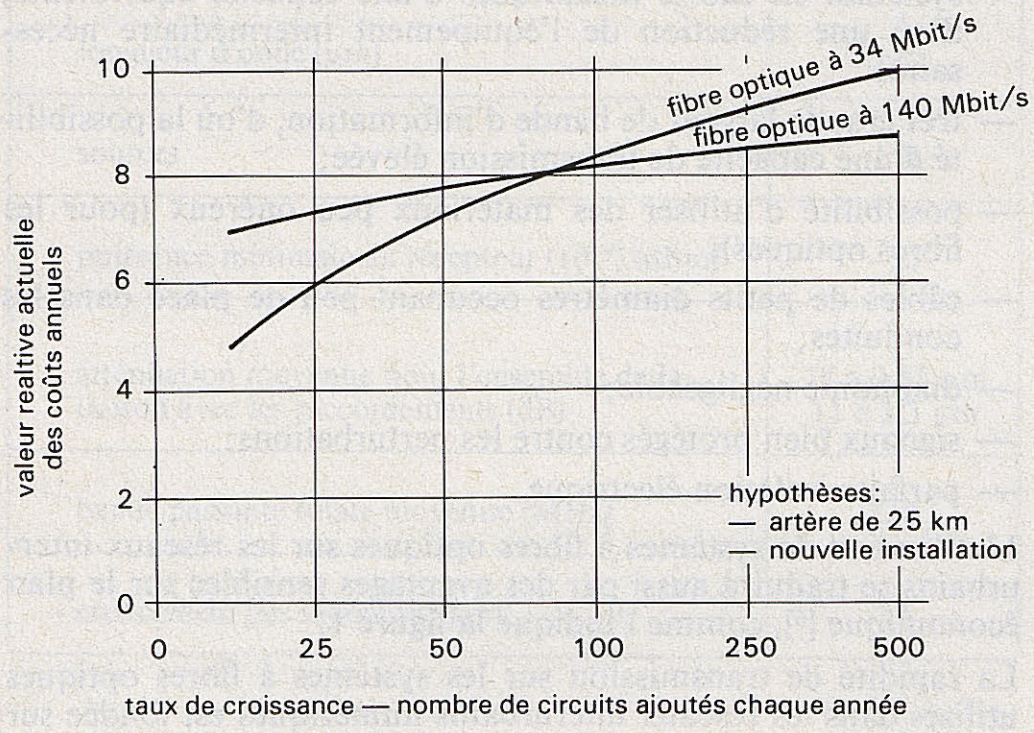


Figure 2 — Comparaison économique entre des systèmes à fibres optiques fonctionnant à 34 et 140 Mbit/s

Ces principes valent aussi, à peu de chose près, pour les systèmes utilisant la hiérarchie numérique à 1544 kbit/s, bien que des taux de croissance beaucoup plus élevés soient nécessaires pour les systèmes à très grande vitesse (280 Mbit/s et au-delà) si l'on veut que leur exploitation sur une artère donnée soit rentable. L'utilisation de systèmes T3 à 45 Mbit/s semble donner toute satisfaction sur un fort pourcentage des artères interurbaines.

Le coût d'exploitation économique des systèmes à fibres optiques dépend aussi de leur conception. Les systèmes de transmission comprennent généralement des équipements terminaux, des répéteurs intermédiaires et des câbles d'interconnexion. Pour une artère donnée, la seule chose à faire pratiquement pour diminuer le prix de revient du câble sera d'utiliser le câble le mieux adapté, par sa structure, à l'application voulue [8].

Au contraire, on peut arriver à diminuer considérablement le prix de revient total de l'équipement en augmentant l'espacement entre les répéteurs intermédiaires, ce qui réduit le nombre de ces appareils dont on a besoin sur une artère de longueur donnée. C'est pour cette raison, entre autres, que les chercheurs déploient des efforts considérables vers le but qui consiste à rendre aussi grands que possibles les intervalles entre les répéteurs.

4. Configuration des systèmes

Avant d'aborder l'examen détaillé de la conception des systèmes interurbains, il est peut-être utile de définir la configuration de base sous laquelle ils se présentent. Le schéma fonctionnel de la figure 3 montre la disposition générale des différents éléments d'un système type. Cette disposition s'explique naturellement par la nécessité d'avoir à chaque extrémité du système un équipement terminal — souvent appelé équipement terminal de ligne (LTE — *line terminating equipment*) ou équipement d'interconnexion des câbles guides de lumière (LCIE — *light-guide cable interconnecting equipment*) — pour jouer le rôle d'interface et à d'autres fins. Sur les trajets dont la longueur dépasse l'espacement nominal entre répéteurs, des répéteurs intermédiaires seront nécessaires, qui pourront être abrités dans des bâtiments intermédiaires, dans des chambres souterraines ou, sur certaines lignes aériennes, au sommet de poteaux. Pour les systèmes dont les répéteurs ne sont pas logés dans des bâtiments de surface, il faut généralement, pour l'alimentation de ces appareils, prévoir un sous-système particulier. A cette fin, on sera souvent dans l'obligation de pouvoir disposer, le long de l'artère, de bâtiments pour abriter les installations d'alimentation en énergie des répéteurs voisins. Les avantages d'un espacement entre répéteurs permettant à ceux-ci d'être logés dans des bâtiments de surface et par conséquent d'être alimentés sur place ne sont que trop évidents.

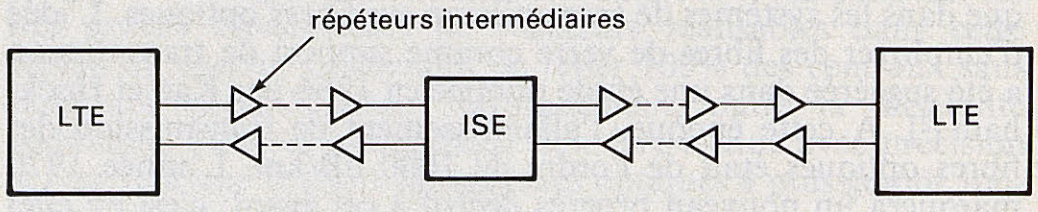


Figure 3 — Configuration type d'un système

LTE = *équipement terminal de ligne*
ISE = *équipement de station intermédiaire*

Les figures 4 et 5 représentent respectivement les schémas fonctionnels d'un équipement terminal de ligne et d'un répéteur intermédiaire. Pour plus de détails, on se reportera à la section 6 du présent article.

5. Conception d'ensemble des systèmes

La figure 6 montre les principaux paramètres qu'il convient de fixer avant de prendre une décision sur les caractéristiques de détail d'un système. Le processus de conception est souvent itératif, c'est-à-dire que l'on répète le traitement des données techniques jusqu'à ce que l'on arrive à la réalisation optimale du système. Cependant, la première chose à faire consiste en général à fixer la rapidité de transmission, cela en fonction de considérations d'ordre économique et des caractéristiques d'exploitation, comme indiqué aux sections 2 et 3 ci-dessus. Cette rapidité, une fois fixée, renseigne automatiquement sur les interfaces à utiliser de préférence, observant en cela l'Avis G.703 du CCITT [9], et les performances attendues du système [10].

L'espacement entre les répéteurs ne sera pas forcément l'espacement maximal réalisable en l'état actuel de la technique, un espacement de cette importance nécessitant l'utilisation de

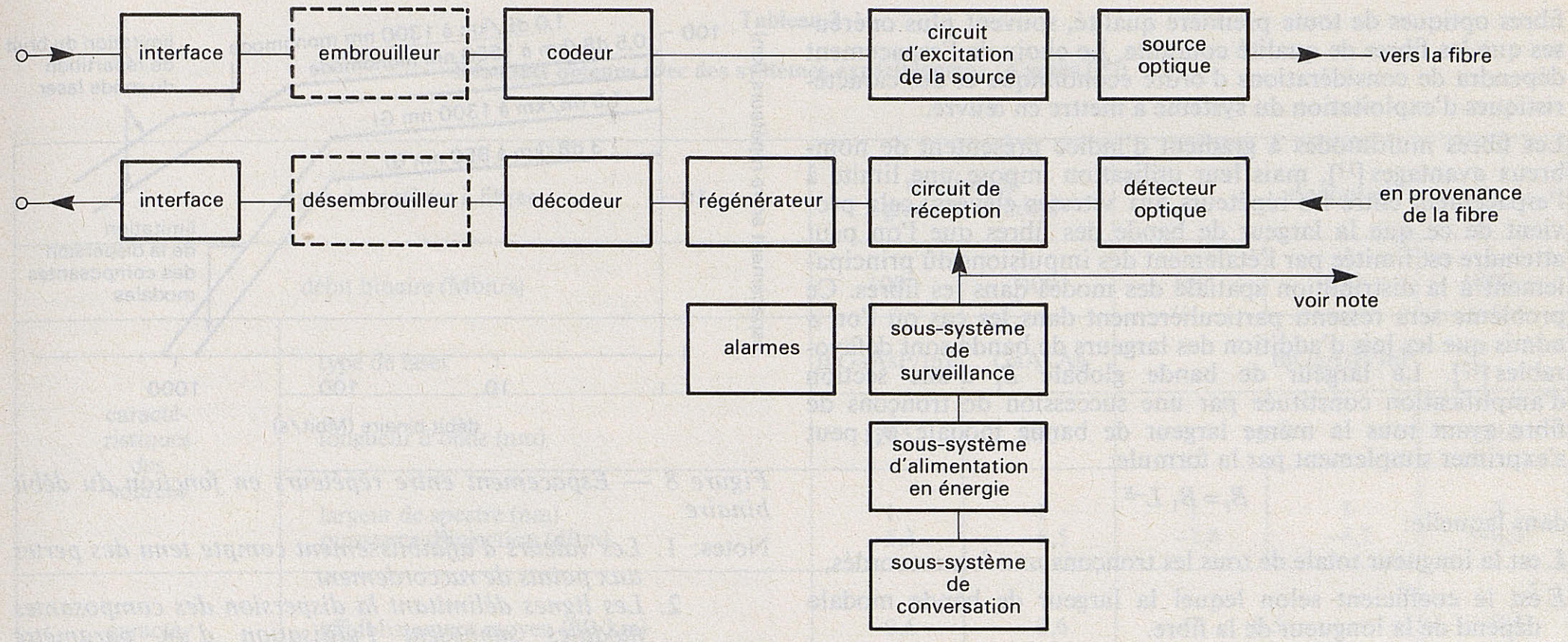


Figure 4 — Schéma fonctionnel d'un équipement terminal de ligne type.

Les sous-systèmes peuvent être connectés à des fibres optiques et/ou à des conducteurs métalliques — pour plus de détails, voir la section 7

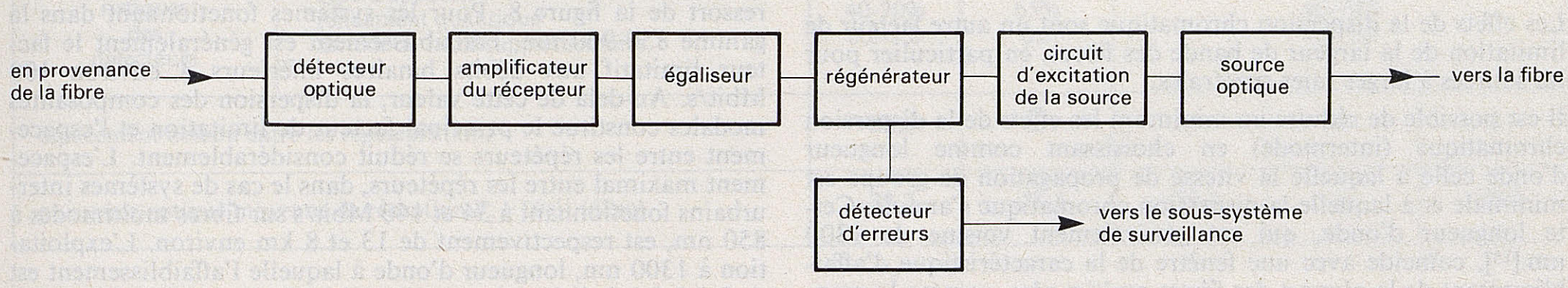


Figure 5 — Schéma fonctionnel d'un répéteur intermédiaire type

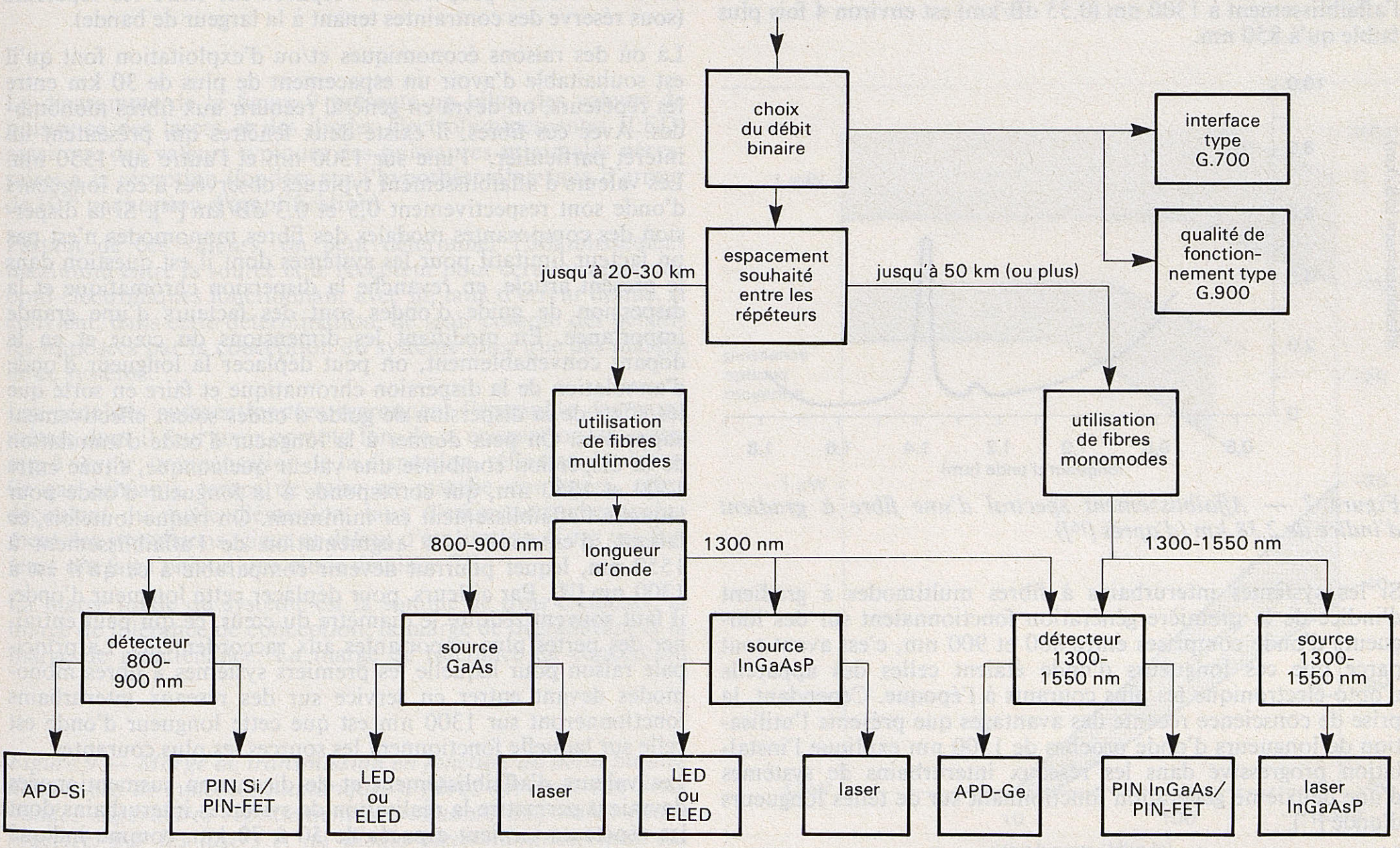


Figure 6 — Décisions importantes à prendre au stade de la conception des systèmes

fibres optiques de toute première qualité, souvent plus onéreuses que les fibres de qualité courante. Le choix de l'espacement dépendra de considérations d'ordre économique et des caractéristiques d'exploitation du système à mettre en œuvre.

Les fibres multimodes à gradient d'indice présentent de nombreux avantages [11], mais leur utilisation impose une limite à l'espacement entre les répéteurs aux vitesses élevées; cela provient de ce que la largeur de bande des fibres que l'on peut atteindre est limitée par l'étalement des impulsions dû principalement à la distribution spatiale des modes dans les fibres. Ce problème sera ressenti particulièrement dans les cas où l'on a admis que les lois d'addition des largeurs de bande sont défavorables [12]. La largeur de bande globale B_t d'une section d'amplification constituée par une succession de tronçons de fibre ayant tous la même largeur de bande modale B_1 peut s'exprimer simplement par la formule:

$$B_t = B_1 \, L^{-E}$$

dans laquelle:

L est la longueur totale de tous les tronçons une fois raccordés,

E est le coefficient selon lequel la largeur de bande modale dépend de la longueur de la fibre.

Des formules plus compliquées tenant compte des effets d'égalisation ont été publiées dans un certain nombre d'études [12, 13].

Des valeurs de E comprises entre 0,5 et 1 ont été observées, descendant même dans certains cas jusqu'à 0,3 [14]. Selon la valeur adoptée pour E, l'espacement à observer entre les répéteurs pourra varier considérablement.

Les effets de la dispersion chromatique sont un autre facteur de limitation de la largeur de bande des fibres, en particulier pour les sources à larges raies spectrales.

Il est possible de réduire au minimum les effets de la dispersion chromatique (intermode) en choisissant comme longueur d'onde celle à laquelle la vitesse de propagation de groupe est minimale et à laquelle la dispersion chromatique s'annule. Cette longueur d'onde, qui est généralement voisine de 1300 nm [15], coïncide avec une fenêtre de la caractéristique d'affaiblissement de la plupart des fibres multimodes, comme le montre par exemple la figure 7 [16], sur laquelle on voit bien que l'affaiblissement à 1300 nm (0,55 dB/km) est environ 4 fois plus faible qu'à 850 nm.

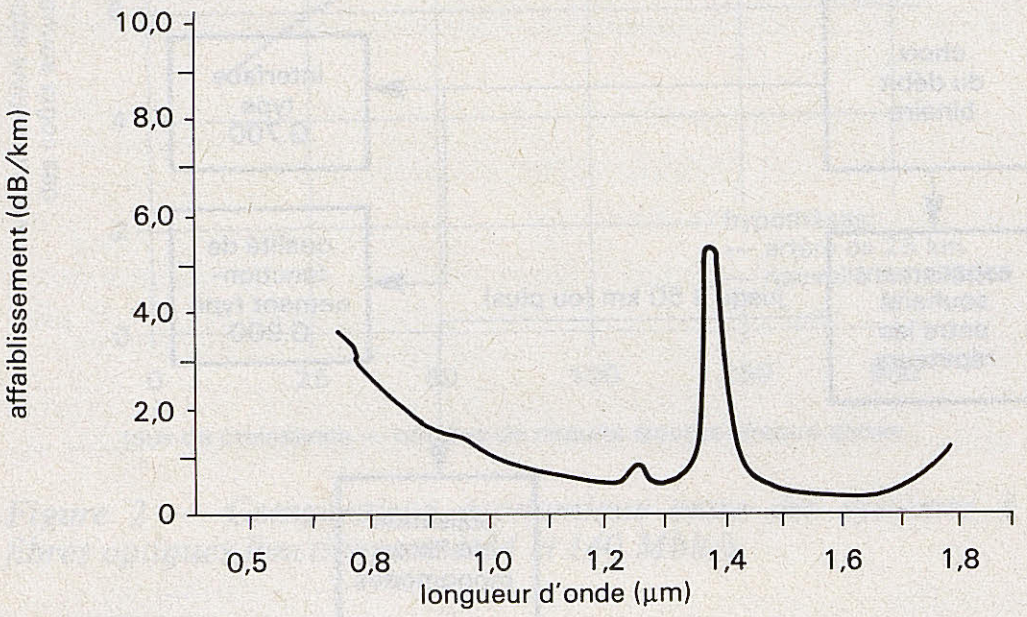


Figure 7 — Affaiblissement spectral d'une fibre à gradient d'indice de 2,38 km (d'après [16])

Si les systèmes interurbains à fibres multimodes à gradient d'indice de la première génération fonctionnaient sur des longueurs d'onde comprises entre 800 et 900 nm, c'est avant tout parce que ces longueurs d'onde étaient celles des appareils d'opto-électronique les plus courants à l'époque. Cependant, la prise de conscience récente des avantages que présente l'utilisation de longueurs d'onde proches de 1300 nm explique l'installation progressive dans les réseaux interurbains de systèmes d'une deuxième génération fonctionnant sur de telles longueurs d'onde [17].

L'espacement maximal entre les répéteurs des systèmes utilisant des fibres à gradient d'indice dépend du débit binaire, ainsi qu'il

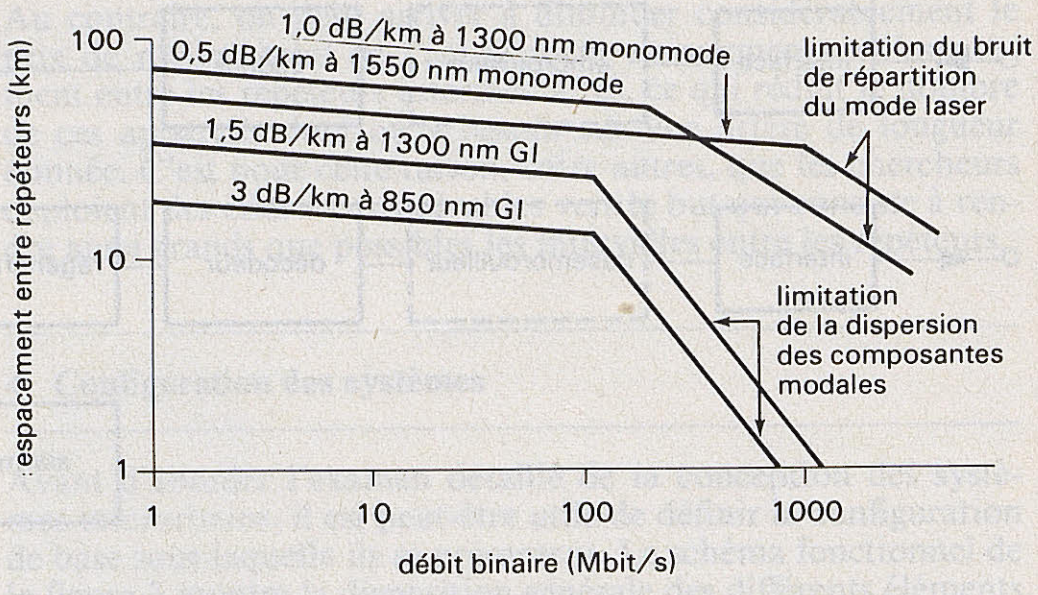


Figure 8 — Espacement entre répéteurs en fonction du débit binaire

Notes: 1. *Les valeurs d'affaiblissement compte tenu des pertes aux points de raccordement*
2. *Les lignes délimitant la dispersion des composantes modales supposent l'utilisation d'un paramètre d'addition des largeurs de bande* E = *0,8*
3. *On admet que les lasers ont une largeur de raie spectrale de 4 nm*
4. *On admet une limitation du bruit de répartition du mode laser (voir [22])*

ressort de la figure 8. Pour les systèmes fonctionnant dans la gamme 850-900 nm, l'affaiblissement est généralement le facteur limitatif aux débits binaires inférieurs à environ 100 Mbit/s. Au-delà de cette valeur, la dispersion des composantes modales constitue le principal facteur de limitation et l'espacement entre les répéteurs se réduit considérablement. L'espacement maximal entre les répéteurs, dans le cas de systèmes interurbains fonctionnant à 34 et 140 Mbit/s sur fibres multimodes à 850 nm, est respectivement de 13 et 8 km environ. L'exploitation à 1300 nm, longueur d'onde à laquelle l'affaiblissement est de 2 à 3 fois inférieur à ce qu'il est à 850 nm, permet d'accroître dans les mêmes proportions l'espacement entre les répéteurs (sous réserve des contraintes tenant à la largeur de bande).

Là où des raisons économiques et/ou d'exploitation font qu'il est souhaitable d'avoir un espacement de plus de 30 km entre les répéteurs, on devra en général recourir aux fibres monomodes. Avec ces fibres, il existe deux fenêtres qui présentent un intérêt particulier, l'une sur 1300 nm et l'autre sur 1550 nm. Les valeurs d'affaiblissement typiques observées à ces longueurs d'onde sont respectivement 0,5 et 0,3 dB/km [18]. Si la dispersion des composantes modales des fibres monomodes n'est pas un facteur limitatif pour les systèmes dont il est question dans le présent article, en revanche la dispersion chromatique et la dispersion de guide d'ondes sont des facteurs d'une grande importance. En modifiant les dimensions du cœur et en le dopant convenablement, on peut déplacer la longueur d'onde d'annulation de la dispersion chromatique et faire en sorte que les effets de la dispersion de guide d'ondes soient effectivement supprimés. On peut donner à la longueur d'onde d'annulation de la dispersion combinée une valeur quelconque, située entre 1300 et 1550 nm, qui corresponde à la longueur d'onde pour laquelle l'affaiblissement est minimum. On risque toutefois, ce faisant, d'entraîner une augmentation de l'affaiblissement à 1550 nm, lequel pourrait devenir comparable à ce qu'il est à 1300 nm [19]. Par ailleurs, pour déplacer cette longueur d'onde, il faut souvent réduire le diamètre du cœur, ce qui peut entraîner des pertes plus importantes aux raccordements. La principale raison pour laquelle les premiers systèmes à fibres monomodes devant entrer en service sur des réseaux interurbains fonctionneront sur 1300 nm est que cette longueur d'onde est celle sur laquelle fonctionnent les sources les plus courantes.

Les valeurs d'affaiblissement et de dispersion susmentionnées devraient permettre la réalisation de systèmes interurbains dont les répéteurs seraient espacés de 50 à 70 km, comme indiqué sur la figure 8. Le tableau 2 rend compte de certains résultats expérimentaux [20-22].

Tableau 2

Résultats obtenus avec des systèmes expérimentaux (d'après [20])

type de système à fibres		multimode à gradient d'indice		monomode		
débit binaire (Mbit/s)		100	400	100	400	800
caractéristiques des sources	type de laser	InGaAsP/InP	GaA1As	InGaAsP/InP		
	longueur d'onde (nm)	1295	850	1510		1310
	largeur de spectre (nm) puissance d'injection (dBm)	1 –5,3	1 –6,5	1 –7,8	3 –4,7	3 –4,0
caractéristiques des fibres	affaiblissement moyen (dB/km)	0,6	2,6	0,5		0,6
	dispersion	1,3 GHz-km		16 ps/km/nm		2 ps/km/nm
caractéristiques des détecteurs	type d'appareil rendement quantique facteur de bruit supplémentaire	Ge-APD 40-70% 0,8-1,0	Si-APD 65% 0,3	Ge-APD 40-70% 0,8-1,0		
espacement obtenu entre les répéteurs (km)		52,6	8	58	20	40
puissance optique moyenne de réception $P_e = 10^{-11}$ (dBm)		–38,7	–38,5	–39,5	#	–29,0

Effet plancher dû au bruit de répartition du mode laser.

Le diagramme de la figure 9 présente un bilan des valeurs de puissance des lasers et des diodes électroluminescentes (LED) ainsi que des valeurs typiques des puissances minimales nécessaires à la réception (fondées sur l'hypothèse d'un taux d'erreur de 10^{-9} par section d'amplification).

Partant de ces valeurs, on peut déterminer l'affaiblissement maximum entre la source et le récepteur pour certains appareils opto-électroniques fonctionnant avec un taux d'erreur donné. Il convient, dans cette détermination, de tenir compte des pénalités imposées par la conception du système ainsi que des marges de ce système.

Les pénalités susmentionnées regroupent l'ensemble des paramètres dont il faut tenir compte lors de la conception du système, à savoir: compensation de la dispersion, réflexion des lasers (le cas échéant), temps de mise en marche des lasers, effets découlant du mode d'émission, taux d'extinction, chevauchement des impulsions, gigue et défaut d'égalisation. Tous ces facteurs ont fait l'objet d'une étude détaillée [23].

La marge totale du système est la somme de trois éléments: la marge de tolérance de conception, la marge de dégradation et la marge de maintenance. La marge de tolérance de conception

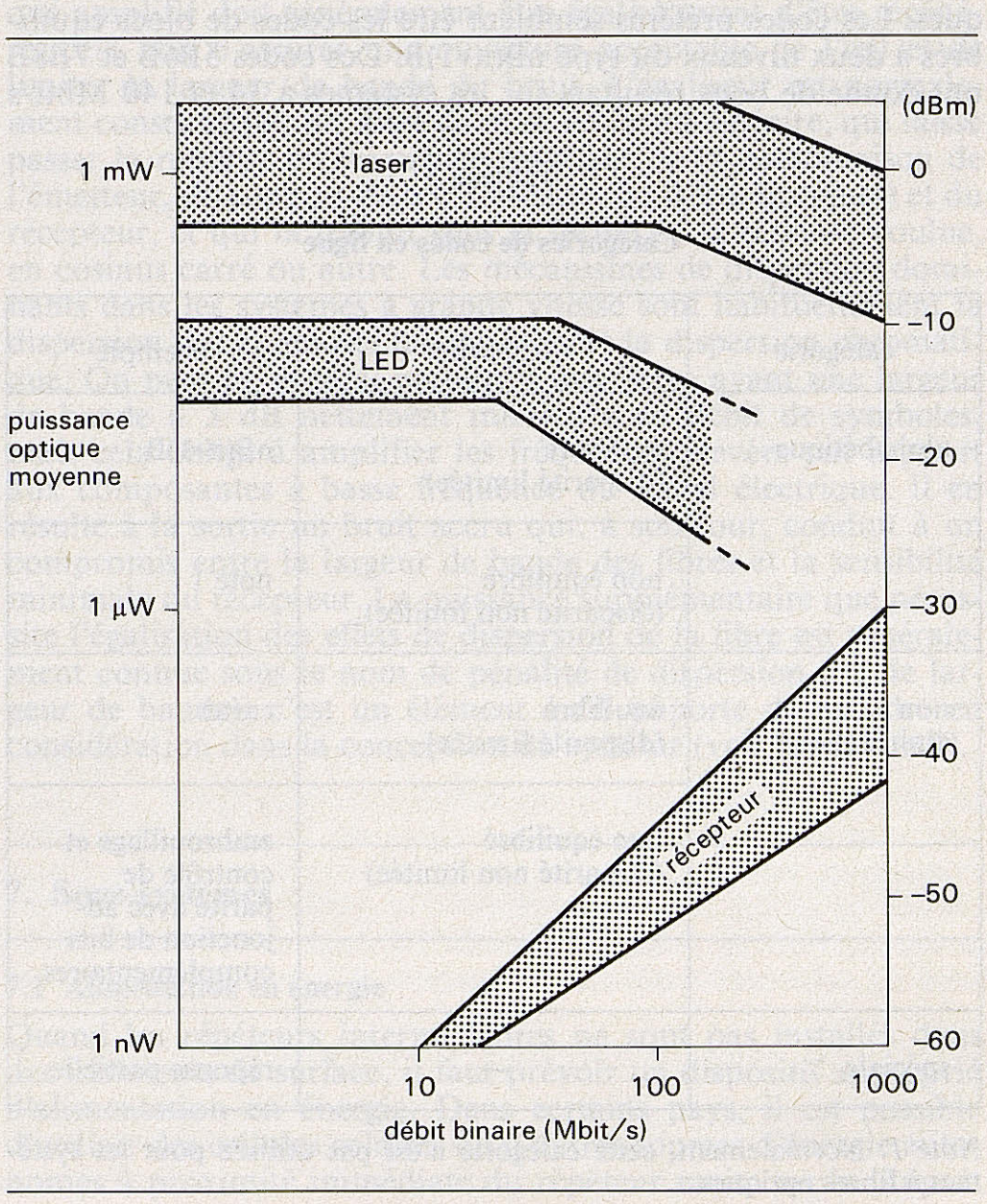


Figure 9 — Marge de transmission en fonction du débit binaire dans le cas de systèmes numériques à fibres optiques. Les deux bandes supérieures représentent la puissance disponible émise (injectée) par les lasers et les diodes électroluminescentes. La bande inférieure représente la puissance de réception requise pour une probabilité d'erreur de 10^{-9} (d'après [24])

porte sur les paramètres suivants: pertes dans les fibres, les épissures et les connecteurs, puissance de sortie à l'émission, mode d'émission des lasers, sensibilité des récepteurs, etc. La marge de dégradation tient compte de l'influence du vieillissement et de la température sur divers paramètres du système: pertes dans les fibres, puissance de sortie à l'émission, sensibilité des récepteurs, etc. Enfin, la marge de maintenance est celle que l'on doit prévoir pour les épissures supplémentaires et les longueurs de câble de remplacement qu'il pourra être nécessaire de prévoir dans le cadre des opérations de maintenance pendant la durée de vie du système.

La quantification de ces différentes marges est une tâche difficile. Variant selon les systèmes, la marge de tolérance totale maximale retenue pour un certain nombre d'entre eux a été de l'ordre de 10 dB [14, 24].

6. Caractéristiques détaillées de conception

6.1 Codage en ligne

Comme nous l'avons déjà mentionné, les interfaces représentées sur la figure 4 sont définies par le CCITT [10]. Le code d'interface utilisé est le code bipolaire à haute densité HDB 3 pour les systèmes à 34 Mbit/s et le code CMI pour les systèmes à 140 Mbit/s. Ces codes sont engendrés soit par l'équipement de multiplexage immédiatement en amont, soit par le LTE d'un système en ligne antérieur.

Le code d'interface, pouvant rarement servir de code en ligne sur les systèmes de transmission, sera donc généralement codé dans la partie émission du LTE. Les caractéristiques générales des codes en ligne sont indiquées dans l'article de Moncalvo et Pietroiusti [23]. Par ailleurs, on notera qu'il est parfois souhaitable de recourir à un codage en ligne redondant pour assurer des communications entre terminaux afin de permettre l'échange de conversations de service et la télémesure de surveillance. Il existe un grand nombre de codes en ligne possibles, chacun d'eux pouvant être choisi pour une application particulière [25]. Les grandes catégories de codes en ligne sont indiquées au tableau 3.

Diverses études ont été consacrées au choix des codes en ligne à utiliser de préférence sur les systèmes interurbains à fibres optiques. Les codes préférés semblent être les codes de blocs équilibrés à deux niveaux du type nB(n+1)B. Des codes 5B6B et 7B8B ont donné de bons résultats sur les systèmes à 34 et 140 Mbit/s

Tableau 3

Catégories de codes en ligne

catégorie	disparité	exemple
alphabétique	équilibré (disparité limitée)	nB(n+1)B
	non équilibré (disparité non limitée)	note 1
non alphabétique	équilibré (disparité limitée)	carter
	non équilibré (disparité non limitée)	embrouillage et contrôle de parité avec adjonction de bits complémentaires
spéciale	—	réponse partielle

Note 1: Normalement, cette catégorie n'est pas utilisée pour les systèmes à fibres optiques.

Tableau 4

Caractéristiques courantes des sources d'émission

type d'appareil	longueur d'onde du système (nm)	matériau	puissance de sortie type avec couplage dans la fibre à gradient d'indice de 50/125 µm (nW)	largeur de raie modulée type (nm)	fréquence maximale de modulation (MHz)
laser	850 1300 1550	GaAlAs InGaAsP InGaAsP	1-3 0,1-2 0,1-2	3 8 10	500 500 500
ELED	850 1300	GaAlAs InGaAsP	1-1,5 0,5-1,5	40 60	100 200
LED	900 1300	GaAs InGaAsP	0,5-0,8 0,1-0,5	40 110	50-150 50-150

respectivement, et des techniques de réponse partielle ont été proposées pour les systèmes à plus grande vitesse (560 Mbit/s et au-delà) [26].

L'utilisation de techniques d'embrouillage n'est pas rare, et, de fait, les embrouilleurs présentent de nombreux avantages, puisqu'ils permettent d'améliorer:

— les temps de réalignement des codes de blocs;

— l'extraction des signaux de rythme;

— l'accumulation de la gigue;

— la détection du niveau du signal;

— les imperfections dues à la coupure basse fréquence;

— la dynamique;

— la transmission d'un signal d'indication d'alarme (SIA);

— la détection d'une erreur due à une variation excessive du temps de passage au mode numérique.

Les embrouilleurs permettent également de détecter les erreurs de parité des éléments de travail. En cas d'utilisation d'embrouilleurs à autosynchronisation, ces améliorations se font au détriment du taux d'erreur et de l'étalement des erreurs.

6.2 Sources optiques

Une fois dûment codées, les données sont généralement utilisées pour moduler directement la source opto-électronique d'émission. Les sources les plus courantes pour les systèmes interurbains à fibres optiques ont été brièvement indiquées dans la section 5 ci-dessus et sont décrites plus en détail dans l'article de Newman et autres [27]. A toutes fins utiles, les principales caractéristiques des appareils de la première génération sont indiquées au tableau 4. La plupart des systèmes à grande capacité utilisés à ce jour sur les réseaux interurbains fonctionnent sur une longueur d'onde d'environ 850 nm et utilisent des lasers GaAlAs, cela en raison de la plus grande puissance de sortie de ces appareils, de leur capacité de fonctionner à une vitesse de modulation élevée, de leur grande efficacité d'injection et de leur largeur extrêmement réduite de raie spectrale. Les LED, bien qu'elles émettent une puissance optique plus faible que les lasers, et que les largeurs de leurs raies spectrales soient beaucoup plus grandes, sont généralement bien meilleur marché, sont d'un emploi plus simple (nécessitant des circuits d'excitation moins compliqués) et ont une durée de vie tout à fait appréciable. C'est pourquoi on en rencontre fréquemment sur les systèmes à faible vitesse, à 34 et 45 Mbit/s par exemple. Les appareils fonctionnant sur de plus grandes longueurs d'onde (1300-1600 nm), c'est-à-dire dans une gamme où l'on peut pro-

fiter de ce que l'affaiblissement des fibres est peu élevé, utilisent généralement des coposés III-V (InGaAsP, par exemple).

Les sources lumineuses à semi-conducteurs sont presque toujours modulées directement par le courant des signaux électriques appliqués. La caractéristique puissance optique/courant d'excitation de la source est le facteur qui détermine en grande partie la conception de l'émetteur optique. Le circuit d'excitation de l'émetteur applique le courant qui module la source d'émission. Dans le cas d'une LED commandée par un signal à deux niveaux, une simple commutation entre un courant nul ou presque nul et un maximum préréglé peut suffire. Il n'en va pas de même avec le laser car, le courant de seuil variant en fonction de la température, il faut prévoir une boucle de réaction. Pour la commande précise de la modulation, il peut être nécessaire de prévoir une deuxième boucle de réaction. Dans le cas de systèmes fonctionnant à des débits binaires pouvant atteindre 565 Mbit/s environ et utilisés sur un réseau interurbain, il est souhaitable d'actionner le laser à partir d'un point situé généralement juste en dessous du seuil, afin de réduire au minimum le temps de mise en marche ainsi que d'autres effets secondaires (l'étalement transitoire du spectre, par exemple). Les systèmes à laser sont donc généralement dotés d'une commande de réaction assurant le contrôle de la puissance optique émise par la facette arrière au moyen d'une photodiode dont on utilise le courant de réaction pour s'assurer que les limites nominales de fonctionnement du laser ne sont pas dépassées. Quand le laser est actionné à partir d'un point proche du seuil, la transmission d'un «0» donne lieu à l'émission d'une faible intensité lumineuse. Cette faible puissance optique, exprimée en pourcentage de celle qui est émise lors de la transmission d'un «1», est appelée taux d'extinction et il doit en être tenu compte lorsqu'on fait le projet d'un système, car elle intervient dans les pénalités de conception des systèmes (voir la section 5).

Les questions relatives au bruit des composantes modales [28], aux réflexions [29] et au bruit de partition des modes [30] dans les lasers ont fait l'objet de nombreuses études, qui dépassent largement le cadre du présent article.

6.3 Fibres et câbles

La fabrication des fibres et des câbles a déjà été décrite de façon relativement détaillée [8, 11, 31]. Presque sans exception, les fibres utilisées sur des systèmes interurbains sont à base de silice et sont fabriquées selon l'un des procédés les plus courants: déposition chimique modifiée en phase vapeur (MCVD) ou déposition axiale en phase vapeur (VAD), par exemple. La plupart des systèmes interurbains en service aujourd'hui utilisent des fibres multimodes à gradient d'indice, mais, comme nous l'avons déjà dit, les avantages des fibres monomodes sont considérables et, parmi les systèmes interurbains qui seront installés à l'avenir, ceux à utiliser la fibre monomode seront de plus en plus nombreux.

Comme l'indique l'article de Le Noane [8], il existe aujourd'hui un grand nombre de câbles de diverses conceptions, donnant presque tous des résultats plus que satisfaisants. Une certaine rationalisation est évidemment nécessaire, mais l'examen de cette question sort du cadre de notre étude.

6.4 Détecteurs et récepteurs

Les systèmes à fibres optiques utilisés sur les réseaux interurbains utilisent tous une photodiode à semi-conducteur comme détecteur optique. Les divers types de détecteurs optiques et leurs performances sont décrits dans l'article de Smith et autres [32]. La théorie, telle qu'elle est appliquée aux détecteurs et aux récepteurs, en particulier les calculs de bruit pour déterminer les performances des récepteurs, est exposée dans l'article de Moncalvo et Pietroiusti [23]. Le tableau 5 donne les caractéristiques et les performances de plusieurs détecteurs couramment employés sur les réseaux interurbains. L'utilisation courante de photodiodes à avalanche sur les systèmes interurbains fonctionnant entre 800 et 900 nm s'explique par leur grande sensibilité. Toutefois, ces photodiodes exigent des tensions élevées (de 200 à 400 V) et sont affectées par les variations de la température. Comme, d'autre part, elles ont, du côté des plus grandes longueurs d'onde, une sensibilité inférieure à celle de certains autres appareils, on est de plus en plus souvent obligé à recourir à la technique PIN-FET [32] qui remédie à cet inconvénient, en particulier aux longueurs d'onde comprises entre 1300 et 1550 nm [33].

Le signal engendré par la photodiode doit être amplifié et deux techniques sont utilisées couramment aujourd'hui à cet effet. La première consiste à réaliser un montage à forte impédance nominale, la résistance de charge de la photodiode étant assez élevée pour que sa contribution au bruit thermique soit négligeable. La réponse du récepteur dépend alors essentiellement de la capacité d'entrée (combinaison de la capacité de la photodiode et de l'impédance d'entrée de l'amplificateur). La deuxième technique consiste à utiliser un récepteur à transimpédance, dans lequel la photodiode commande un amplificateur à réaction à impédance d'entrée relativement faible. Ces deux techniques sont examinées plus en détail dans l'article de Moncalvo et Pietroiusti [23].

Tableau 5

Caractéristiques courantes des détecteurs

type d'appareil	matériau	longueur d'onde du système (nm)	rendement quantique (%)	puissance maximale de réception à 140 Mbit/s pour $P_e = 10^{-9}$ dBm
APD	Si Ge	800-900 1300-1550	≃ 80 ≃ 70	–50 –40
PIN/PIN-FET	Si InGaAs	800-900 1300-1550	≃ 90-95 ≃ 40-70	–45 –44

6.5 Egalisation

Sur les systèmes interurbains très performants, le signal électrique amplifié doit généralement être égalisé avant d'être régénéré, cela afin d'assurer une ouverture acceptable de l'œil et de limiter la largeur de bande du bruit. L'égaliseur est normalement constitué par un filtre de mise en forme linéaire, qui laisse passer la réponse en fréquence résultant de la combinaison de l'émetteur, du support de transmission (les fibres optiques) et du récepteur, et qui la traduit sous la forme de la réponse voulue, en cosinus carré ou autre. Les mécanismes de dispersion dominants dans les systèmes à grande vitesse sont habituellement la dispersion des composantes modales et la dispersion chromatique. On peut en général employer des fibres ayant une largeur de bande à 3 dB nettement inférieure au débit de symboles, mais cela oblige à amplifier les fréquences élevées par rapport aux composantes à basse fréquence du signal électrique. Il en résulte à la sortie un bruit accru qui, à son tour, conduit à un compromis entre la largeur de bande des fibres et la sensibilité minimale du récepteur. La puissance supplémentaire que nécessite l'égalisation des effets de dispersion de la fibre est généralement connue sous le nom de pénalité de dispersion (ou de largeur de bande); c'est un élément qu'il importe de prendre en considération dans la conception du système (voir la section 5).

7. Sous-systèmes

7.1 Alimentation en énergie

Quand les répéteurs intermédiaires ne sont pas installés dans des bâtiments de surface, il faut prévoir un dispositif approprié d'alimentation en énergie. Dans certains pays, il est possible d'utiliser des cellules solaires ou d'autres sources d'énergie autonomes à proximité immédiate du répéteur mais, sur la plupart

des systèmes interurbains, on utilise des sources logées dans des bâtiments situés le long du câble et reliées aux répéteurs par des conducteurs métalliques.

Les systèmes d'alimentation actuellement employés s'apparentent de plus en plus à ceux qui sont utilisés sur les systèmes de transmission à paires coaxiales, nécessitant souvent le recours à des dispositifs d'alimentation de bout en bout à courant constant [34].

La nécessité d'utiliser des conducteurs métalliques discrédite, à de nombreux égards, l'idée que l'on se faisait au départ des avantages qu'offriraient les systèmes à fibres optiques, et c'est pourquoi on s'emploie activement à allonger le plus possible les sections d'amplification afin de pouvoir installer des répéteurs intermédiaires dans des stations de surface et ainsi de réduire, et même supprimer, les cas où il faut prévoir des sous-systèmes d'alimentation en énergie.

7.2 Surveillance

Il est généralement nécessaire, aux fins de la maintenance, de surveiller la qualité de fonctionnement globale d'un système à fibres optiques et, en outre, de pouvoir localiser les dérangements de l'équipement et des câbles. La surveillance de la qualité de fonctionnement globale du système est généralement exercée au terminal de réception où le taux d'erreur, probablement le paramètre le plus important, fait d'ordinaire l'objet d'une surveillance continue.

Sur les systèmes interurbains, lesquels s'étendent souvent sur plusieurs centaines de kilomètres, il importe que l'on puisse localiser une section d'amplification en dérangement à partir d'une station terminale. On prévoit donc souvent des sous-systèmes de surveillance de la qualité de fonctionnement des répéteurs, lesquels transmettent l'information vers un terminal ou vers tel autre bâtiment où des agents de maintenance peuvent prendre les mesures appropriées en cas de dérangement. Pour assurer les liaisons de télémesure de surveillance, on a proposé plusieurs techniques, y compris l'utilisation:

— de conducteurs métalliques;
— de fibres optiques spécialisées;
— de fibres optiques de transmission fonctionnant:
  — en multiplexage par répartition en longueur d'onde,
  — par codage en ligne redondant,
  — avec modulation de la fréquence d'horloge du code en ligne,
  — avec insertion d'une porteuse modulée supplémentaire.

7.3 Communications de service

Il est souvent indispensable, en particulier sur les artères interurbaines de grande longueur, que les agents de maintenance puissent communiquer entre divers points situés le long du système. Deux méthodes présentent un intérêt particulier à cet effet.

En premier lieu, l'utilisation de conducteurs métalliques permet d'établir des communications vocales, de n'importe quel point du système (y compris d'un point d'une section de câble en dérangement éloigné d'un répéteur) vers n'importe quel autre point du système. Beaucoup de câbles à fibres optiques sont conçus de manière à pouvoir contenir un petit nombre de conducteurs métalliques à cette fin. Une autre solution, qui a donné de bons résultats sur de courtes distances, consiste à utiliser une voie audiofréquence établie entre un fil de renforcement métallique, souvent en acier, éventuellement recouvert d'une couche de cuivre pour en améliorer la qualité de transmission, et une barrière de protection contre l'humidité, souvent en aluminium, pouvant aussi être recouverte d'une mince couche de cuivre.

La seconde méthode consiste à introduire une redondance du code en ligne dans la fibre optique utilisée. Elle est particulièrement commode pour établir une ou plusieurs voies pour communications de service mais, naturellement, l'accès au circuit de conversation n'est possible qu'aux endroits où sont installés des codeurs et décodeurs en ligne.

L'utilisation de radiocommunications constitue souvent une troisième méthode possible sur les artères interurbaines relativement courtes, mais qui n'est généralement pas utilisée sur les systèmes plus étendus.

8. Réalisation des systèmes

Pendant la dernière décennie, un grand nombre de systèmes à fibres optiques, fonctionnant à des vitesses adaptées aux réseaux interurbains, ont été installés dans le monde entier aux fins d'essais en trafic réel [35]. Ces essais ont permis de recueillir de nombreuses données utiles et de gagner la confiance des exploitants des réseaux dans la technique des fibres optiques, chose indispensable avant la mise en service sans restriction de systèmes opérationnels.

Les systèmes opérationnels ont à leur tour permis de recueillir un grand nombre de renseignements [14] et un certain nombre de critères essentiels de la qualité des systèmes (le taux d'erreur et la disponibilité, notamment) se sont révélés des plus satisfaisants. Il est important et intéressant de relever la différence entre l'espacement des répéteurs d'une part sur les liaisons expérimentales, sur lesquelles il est généralement possible de maintenir des conditions d'exploitation idéales, d'autre part sur les systèmes qui écoulent effectivement du trafic commercial. La figure 10 illustre cette différence, qui n'est peut-être pas surprenante. Par ailleurs, on observe à l'évidence, au fur et à mesure de l'apparition de nouvelles techniques, en particulier aux débits binaires élevés, que l'espacement entre répéteurs tend irrésistiblement à augmenter.

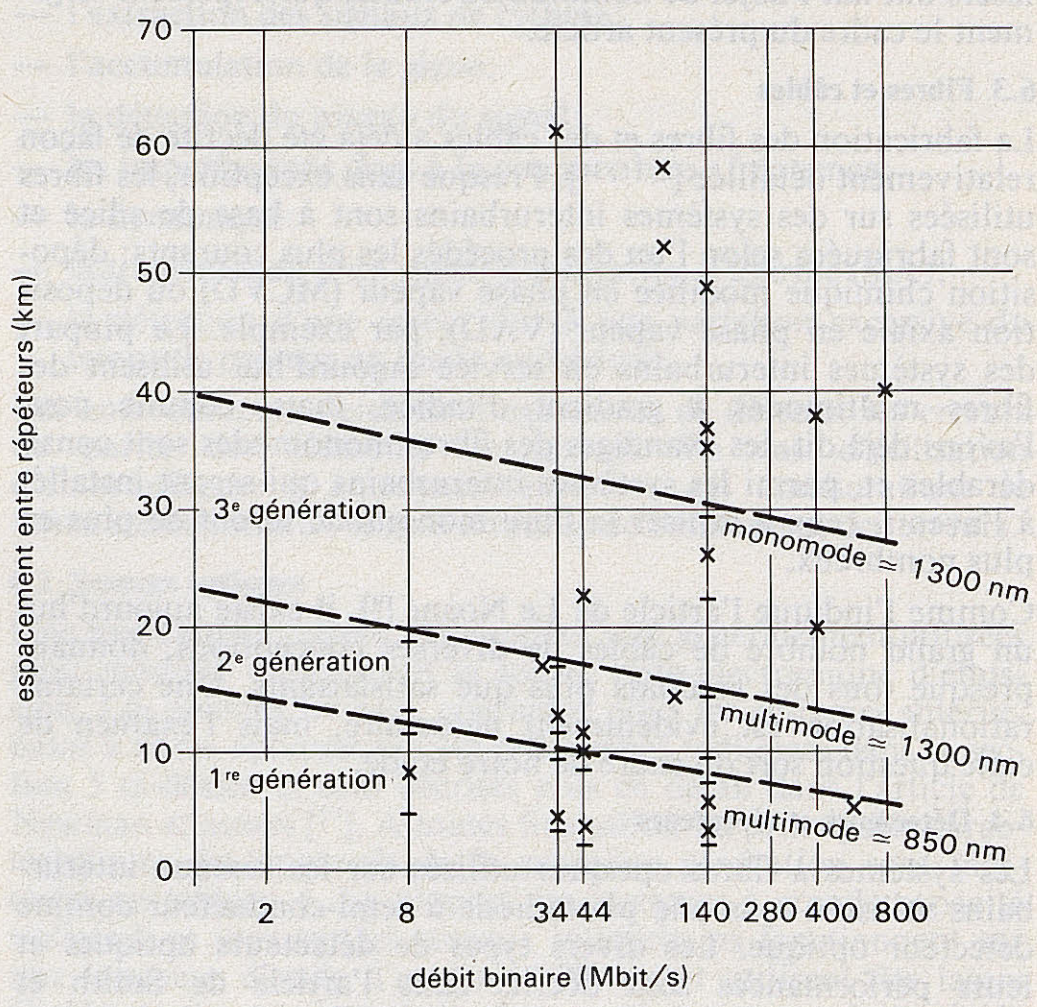


Figure 10 — Espacement entre répéteurs des réseaux interurbains, au stade expérimental et en exploitation commerciale

x = *espacement entre répéteurs au stade expérimental*

I = *intervalle dans lequel se situe aujourd'hui l'espacement entre répéteurs pour les systèmes commerciaux*

Il est désormais établi que les systèmes interurbains à fibres optiques sont relativement faciles à installer et qu'ils n'exigent pas plus de maintenance que les autres systèmes numériques sur câbles à conducteurs métalliques [36].

9. Mise en œuvre des systèmes

Des systèmes à fibres optiques pour exploitation commerciale commencent à être installés en quantités vraiment importantes dans plusieurs pays du monde. Des plans ambitieux sont déjà en cours de réalisation dans différents pays: Royaume-Uni, France, République fédérale d'Allemagne, Italie, Etats-Unis et Japon, parmi d'autres [37-39].

Les systèmes interurbains pour exploitation commerciale fonctionnant à 34 et 140 Mbit/s semblent être populaires au Royaume-Uni et dans certains pays d'Europe. Des études économiques faites au Royaume-Uni ont montré que les systèmes à fibres optiques fonctionnant à 140 Mbit/s ont en fait un meilleur rapport coût-efficacité que les systèmes comparables à paires coaxiales. C'est ainsi que pas moins de 80 systèmes de ce type, totalisant près de 10 000 km de fibres, ont été commandés en 1979 et en 1981 pour être installés sur le seul réseau interurbain du Royaume-Uni dans les prochaines années [17]. La plus récente commande porte sur des systèmes normalisés à fibres monomodes fonctionnant à 140 Mbit/s avec un espacement entre répéteurs de près de 30 km; ces systèmes sont destinés à l'exploitation commerciale. L'Administration française a commandé un système à fibres multimodes fonctionnant à 140 Mbit/s, pour une artère de 100 km entre Le Mans et Angers. L'espacement entre les répéteurs sur cette liaison sera de 25 km. Aux Etats-Unis, les systèmes utilisés actuellement sur le réseau interurbain sont exploités à 45 Mbit/s, notamment ceux d'Atlanta et de Pittsburg. Il convient de mentionner en particulier le projet de création, dans le «couloir du Nord-Est» qui relie Boston, New York et Washington, d'un réseau de grande longueur (1077 km au total) qui fonctionnera à 45 Mbit/s. Au Canada, on installe dans l'Alberta un système qui fonctionnera à 280 Mbit/s et constituera une partie d'une artère transcontinentale de grande capacité. Au Japon, des systèmes à très grande distance fonctionnant à 400 Mbit/s et sur une longueur d'onde de 1300 nm ont été installés après des essais concluants et il est envisagé de généraliser cette technique.

Une liste des systèmes expérimentaux et en service figure dans l'article de Matthijsse [35].

10. Conclusions

Les systèmes à fibres optiques de la première génération destinés à être utilisés sur des réseaux interurbains sont en cours d'installation. Fonctionnant à des longueurs d'onde comprises entre 800 et 900 nm sur des fibres multimodes à gradient d'indice, ces systèmes sont déjà rapidement supplantés par ceux de la deuxième génération fonctionnant au voisinage de 1300 nm. L'exploitation à cette longueur d'onde, sur des fibres multimodes, permet d'utiliser des diodes électroluminescentes et des lasers, tout en conservant un espacement très acceptable entre les répéteurs.

Les systèmes de la troisième génération utilisent des fibres monomodes. De tels systèmes ont été soumis à des essais dans plusieurs laboratoires et il est déjà prévu d'en installer un certain nombre pour exploitation commerciale et à des fins de service.

Si les recherches et les mises au point nécessaires ont demandé une quinzaine d'années, de nombreuses administrations et exploitations dans le monde entier prennent aujourd'hui conscience des avantages que présente pour elles l'utilisation de systèmes à fibres optiques sur leurs réseaux interurbains. En conséquence, l'installation de systèmes à fibres optiques se poursuit à une cadence sans précédent.

Il est peu probable que le rythme de la recherche ralentisse, et l'on peut imaginer les nombreux progrès qui marqueront les 10 ou 15 années à venir — l'optique intégrée et, éventuellement, l'utilisation de longueurs d'onde ultra-longues, de 4 à 10 microns par exemple — et qui, sans nul doute, donneront naissance en temps utile à de nouvelles générations de systèmes encore plus performants.

(Langue originale: anglais)

Références

[1] Maiman T. H.—*Nature*, 187, p. 493 (1960)

[2] Kao K. C. *et al.*—*Proc. of the IEEE,* **113,** *7*, p. 1151 (1966)

[3] Kapron F. P. *et al.* — *Appl. Phys. Lett.*, **10,** p. 423 (1970)

[4] CCITT—*Livre jaune*, **X**: Termes et définitions. UIT

[5] ibid., **III-1**, Avis G.104

[6] Murray W. J.—*Proc. 6th Eur. Conf. on Opt. Comm., York (1980),* p. 419

[7] CCITT—*Livre jaune,* **III-2**, Avis de la série G.700

[8] Le Noane G.—*J. des télécomm.* (UIT), **48**, *XI*, p. 649 (1981)

[9] CCITT—*Livre jaune*, **III-2**, Avis G.703

[10] ibid., Avis de la série G.900

[11] Gardner W. B.—*J. des télécomm.* (UIT), **48,** *XI*, p. 638 (1981)

[12] Wright J. V. *et al.—Proc. 7th Eur. Conf. on Opt. Comm., Copenhagen (1981),* p. 4.2-1

[13] Matsumoto T. *et al.—Proc. 5th Eur. Conf. on Opt. Comm., Amsterdam (1979)*, p. 17.5-1

[14] Lilly C. J. *et al.—Proc. 7th Eur. Conf. on Opt. Comm., Copenhagen (1981),* p. 15.4-1

[15] Payne D. E. *et al.—Electron. Lett.*, **11**. *8,* p. 176 (1975)

[16] Irven J.—*Electron. Lett.*, **17**, *1,* p. 1 (1981)

[17] Lilly C. J.—*IEE Conf. on Telecomm. Trans.,* IEE Conf. Pub. No. *193,* p. 61 (1981)

[18] Ainslie B. J. *et al.—Proc. 7th Eur. Conf. on Opt. Common., Copenhagen (1981),* p. 2.5-1

[19] Cohen L. G. *et al.—Electron. Lett.*, **15,** p. 334 (1979)

[20] Shimada S.—*Proc. of the IEEE,* **68**, *10*, p. 1304 (1980)

[21] Midwinter J. E.—*IEEE J. Quant. Electron.* (June 1981)

[22] Kimura T.—*Proc. of the IEEE,* **68,** *10*, p. 1263 (1980)

[23] Moncalvo A. *et al.—J. des télécomm.* (UIT), **49**, *II,* p. 84 (1982)

[24] Gloge D.—*Proc. of the IEEE,* **68**, *10*, p. 1269 (1980)

[25] Takasaki Y.—*IEEE Trans. Comm.,* **COM-24**, *4* (1976)

[26] Chalmers D.—*Proc. 6th Eur. Conf. on Opt. Comm., York (1980),* p. 423

[27] Newman D. H. *et al—J. des télécomm.* (UIT), **48**, *XI*, p. 673 (1981)

[28] Epworth R. E.—*Proc. 4th Eur. Conf. on Opt. Comm., Genoa (1978)*, p. 492

[29] Hirota O.—*IEEE J. Quant. Electron.,* **QE-15**, p. 142 (1979)

[30] Okano Y.—*IEEE Trans. Comm.,* **COM-28**, p. 238 (1980)

[31] Nakahara M.—*J. des télécomm.* (UIT), **48**, *XI*, p. 643 (1981)

[32] Smith D. R. *et al.*—ibid., p. 680

[33] Blackmore R. W. *et al.—IEE Conf. on Telecom. Trans.,* IEE Conf. Pub. No. *193,* p. 80 (1981)

[34] Hall B. *et al.—Post Off. Electr. Eng. J.* (UK), **68,** *3*, p. 170 (1975)

[35] Matthijsse P.—*J. des télécomm.* (UIT), **49**, *II*, p. 124 (1982)

[36] Gallawa R. *et al.—Tech. Digest Top. Meet. Opt. Fiber Comm., Washington DC (1979)*

[37] Murray W. J.—*Proc. 6th Eur. Conf. on Opt. Comm., York (1980)*, p. 419

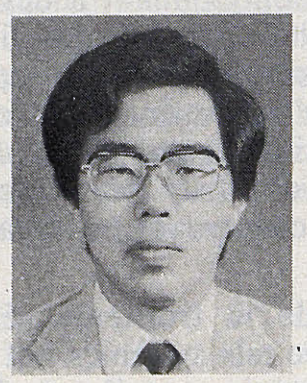
[38] Fagenbaum J. *et al.—IEEE Spectrum,* **16**, *10*, p. 70 (1979)

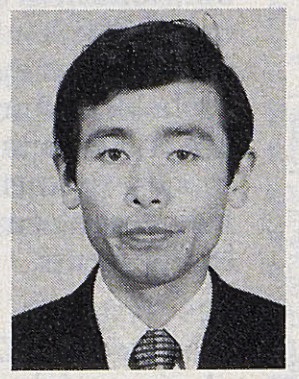
[39] Mokhoff N.—ibid., **18**, *1*, p. 47 (1981)

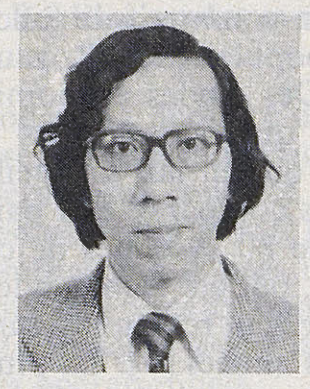
Application des fibres optiques dans les systèmes en câbles sous-marins

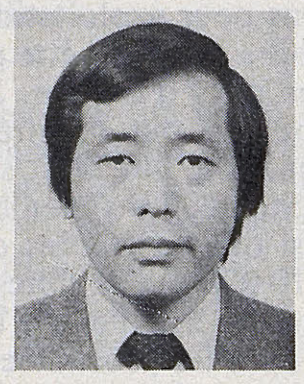
par I. YAMASHITA
Yokosuka Electrical Communication Laboratories
Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation (NTT)

Y. NEGISHI
Ibaraki Electrical Communication Laboratories
(NTT)









M. NUNOKAWA
et
H. WAKABAYASHI
Research and Development Laboratories
Kokusai Denshin Denwa Co., Ltd. (KDD)
(Japon)

1. Introduction

Au cours des 20 dernières années, on est parvenu à augmenter considérablement la capacité en circuits des systèmes téléphoniques sous-marins à câbles coaxiaux et à transmission analogique du type MRF, ce qui a permis de satisfaire la demande croissante de trafic et d'obtenir des circuits de haute qualité. La capacité en circuits des systèmes récents est cent fois supérieure à ce qu'elle était voilà 25 ans. Cependant, avec l'apparition des techniques de télécommunication par fibres optiques, on prévoit que, dans les dix prochaines années, l'évolution des systèmes en câbles sous-marins sera différente de celle des systèmes coaxiaux.

Les câbles à fibres optiques, qui offrent une largeur de bande potentielle importante sous de faibles dimensions, sont une solution intéressante pour les systèmes en câbles sous-marins futurs. Les systèmes sous-marins à fibres optiques seront presque certainement du type numérique et l'on prévoit qu'ils coûteront moins cher par circuit que les systèmes classiques à câbles métalliques. Plusieurs organisations travaillent donc activement à la réalisation de systèmes sous-marins en câbles à fibres optiques qui entreraient en service commercial dès les années 1980.

2. Historique [1-4]

2.1 Systèmes à câbles coaxiaux

On n'a pu augmenter la capacité en circuits des systèmes à câbles coaxiaux qu'en accroissant la largeur de bande, ce qui a eu inévitablement pour effet de réduire l'espacement entre les répéteurs et d'augmenter le diamètre des câbles. La figure 1 et la figure 2 montrent comment varient respectivement l'espacement entre les répéteurs et le diamètre du cœur pour les systèmes à câbles coaxiaux, en fonction de la capacité en circuits. Il est évident qu'à mesure que la capacité augmente l'espacement entre répéteurs diminue et le diamètre du câble croît. Il est vraisemblable que, pour un système comportant quelque 10 000 circuits, l'espacement entre répéteurs et le diamètre d'un câble sans armure seront respectivement de 4 km et de 50 mm.

Les systèmes à plus grande capacité, fonctionnant à des fréquences plus élevées, doivent avoir un câble de diamètre plus important de façon à compenser l'augmentation de l'affaiblissement et adopter un espacement plus court entre les répéteurs, ce qui exige des circuits de répéteur plus fiables et des tensions d'alimentation plus élevées. Les câbles de grand diamètre, qui représentent déjà une partie coûteuse du système, rendront en outre difficiles les opérations de pose et d'enlèvement.

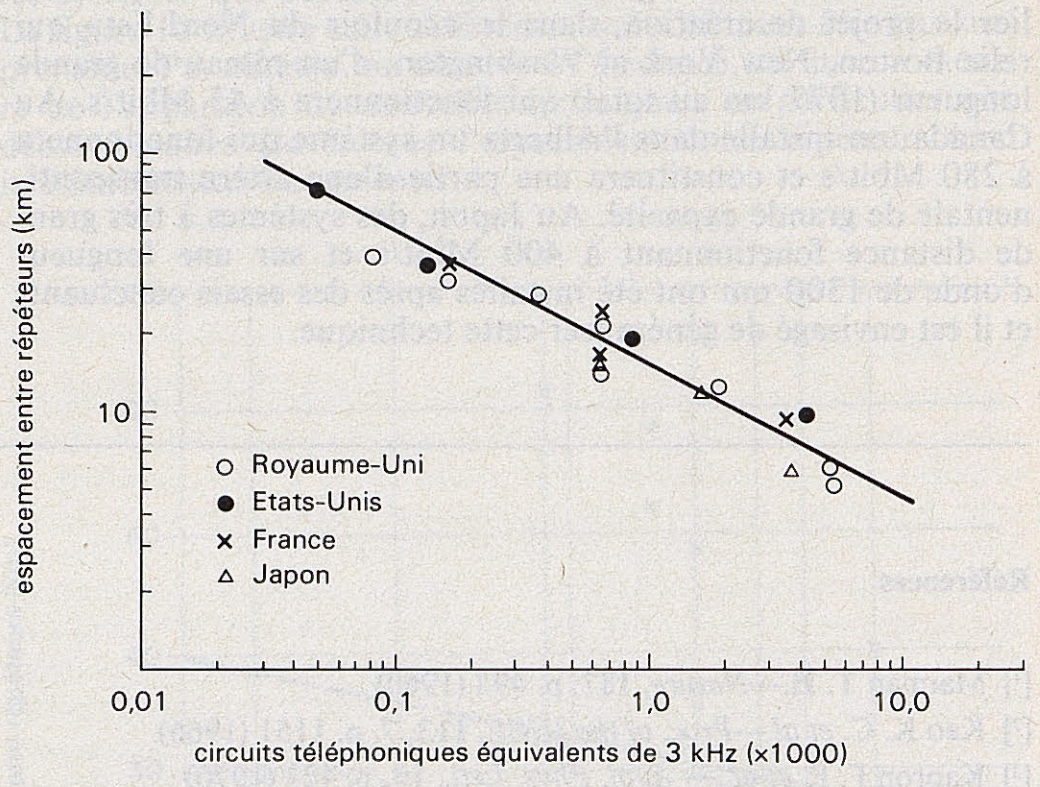


Figure 1 — Espacement entre répéteurs dans les systèmes à câbles sous-marins coaxiaux

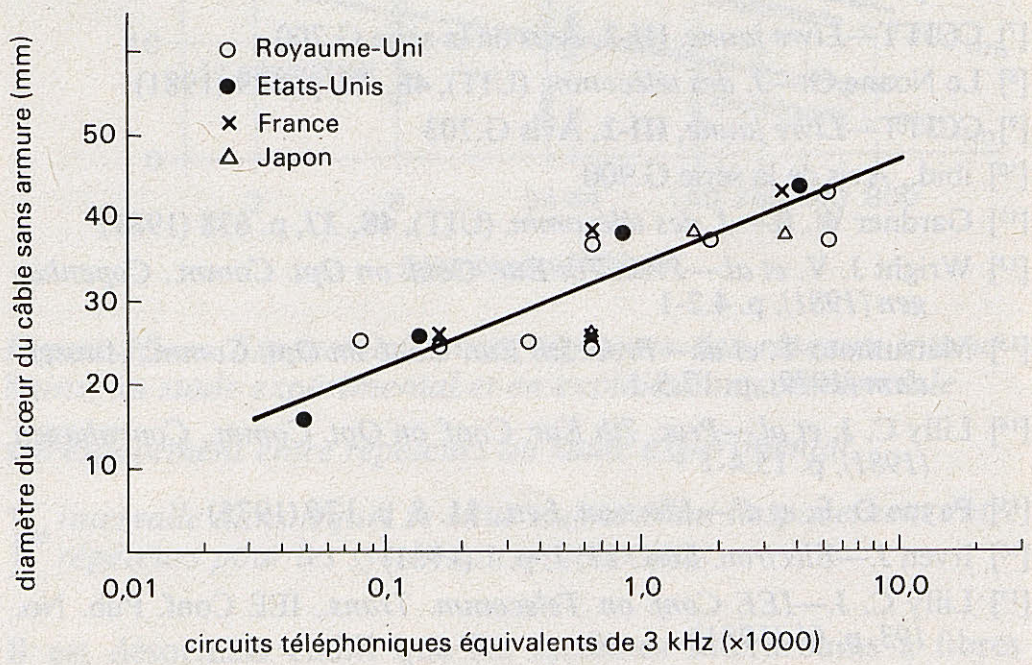


Figure 2 — Diamètre du cœur d'un câble coaxial pour système sous-marin

2.2 Systèmes à fibres optiques

Les techniques de télécommunication par fibres optiques offrent une possibilité intéressante de réaliser des systèmes en câbles sous-marins de grande capacité dans lesquels, les fibres optiques ayant des pertes très faibles, une grande largeur de bande et un petit diamètre, les répéteurs seront plus espacés et les dimensions des câbles plus réduites. A l'heure actuelle, deux fenêtres du spectre des fibres optiques semblent pouvoir se prêter à des applications aux systèmes sous-marins. Ces fenêtres se situent à 1,3 et 1,5 µm, où il est possible d'avoir des pertes faibles permettant probablement un espacement entre répéteurs de l'ordre de 50 km.

D'importants travaux de recherche et de développement sont actuellement en cours sur les systèmes en câbles sous-marins à fibres optiques, car on estime aujourd'hui que ces systèmes devraient présenter les grands avantages ci-après:

a) des études comparées des coûts montrent que les systèmes à fibres optiques coûteront moins cher par circuit que les systèmes à câbles métalliques;

b) les systèmes sous-marins à fibres optiques seront presque certainement du type numérique et permettront de satisfaire à la demande croissante en matière de transmission et commutation numérique;

c) on peut réaliser un système à capacité modulaire en choisissant le nombre de lignes numériques bidirectionnelles qu'il doit contenir, et ce en n'employant qu'un seul type de câble et de répéteur. Il est possible en effet d'inclure plusieurs paires de fibres dans un câble et de prévoir un nombre équivalent de régénérateurs dans un boîtier de répéteur;

d) diverses méthodes permettent d'augmenter facilement la capacité des systèmes à fibres optiques; par exemple, en augmentant le nombre des fibres, en augmentant le débit binaire de transmission et en introduisant le multiplexage par répartition en longueur d'onde (MRL);

e) les systèmes à fibres optiques permettent de faire bifurquer facilement des lignes numériques bidirectionnelles en mer, en sorte que chacune de ces lignes peut être acheminée vers des lieux différents. Cette configuration peut présenter certains avantages sur le plan économique.

3. Domaines d'application

On peut classer les systèmes en câbles sous-marins de diverses manières, selon la longueur du système, sa capacité et la profondeur de pose. De fait, un système donné peut être défini par une combinaison de ces caractéristiques, en fonction de situations réelles; par exemple, on dira d'un système qu'il est de grande longueur, à grande capacité, en eau profonde.

Les domaines d'application pour les systèmes sous-marins en câbles à fibres optiques peuvent comporter des systèmes à répéteurs ou des systèmes sans répéteurs.

Les systèmes à répéteurs peuvent recevoir un grand nombre d'applications pour diverses liaisons qui peuvent aller de liaisons à courte portée à des liaisons transocéaniques à grande longueur. Dans de tels systèmes, la fiabilité est le facteur le plus important. Plus le nombre de répéteurs augmente, et plus la fiabilité exigée de chacun d'eux devient rigoureuse. La fiabilité est donc la considération primordiale pour les systèmes de grande longueur.

Les câbles sous-marins à fibres optiques qui font intervenir une combinaison de fibres à faible perte et de diodes laser fonctionnant à 1,3 ou 1,5 µm permettent de réaliser des systèmes à grande distance et à grande capacité sans qu'il soit besoin de répéteurs. On pense notamment qu'il sera possible d'avoir des systèmes de 50 km ou plus fonctionnant sans répéteurs en utilisant une fibre à faible perte transmettant à 1,5 µm et un faible débit binaire. Il est possible d'accroître la capacité du système en augmentant le nombre de fibres contenues dans un câble.

Ces systèmes sans répéteurs peuvent servir à franchir des chenaux, à établir des liaisons avec des îles et à relier diverses stations marines telles que des plates-formes de forage de pétrole en mer. Dans un système sans répéteurs, les câbles représentent le seul matériel immergé, tous les autres équipements de transmission étant installés à terre. Il s'ensuit que les exigences en matière de fiabilité seront considérablement réduites. En outre, en fonction de la demande future ou des progrès techniques qui interviendront, il sera facile d'augmenter la capacité du système sans qu'il soit nécessaire de changer le câble sous-marin, simplement en augmentant le débit binaire de transmission ou en introduisant le multiplexage par répartition en longueur d'onde.

4. Objectifs et problèmes à résoudre

Les systèmes en câbles sous-marins à fibres optiques, comparés aux systèmes terrestres, doivent satisfaire à des exigences très poussées en matière de fiabilité dans un environnement particulièrement rigoureux et en matière de pose ou d'enlèvement par navires câbliers. De nombreux problèmes restent encore à résoudre pour réaliser un système commercial. Il s'agit notamment:

a) de réaliser des répéteurs plus fiables;

b) de mettre au point un boîtier pour répéteur et un câble à fibres dont les caractéristiques ne changeront pas sensiblement sur le fond de l'océan;

c) de mettre au point une méthode d'épissure des fibres et des câbles et un matériel pouvant être mis en service sur un navire câblier.

D'importants travaux de recherche et le développement visant à résoudre ces problèmes sont actuellement en cours. Le tableau 1 montre les objectifs que se proposent plusieurs pays pour les systèmes en câbles sous-marins à fibres optiques [1,3-6,8].

4.1 Conception du système

La vitesse de transmission est déterminée par les exigences du marché en matière de capacité du système, par les techniques existantes et par la hiérarchie numérique applicable à chaque pays. Les objectifs actuellement fixés pour la vitesse de transmission peuvent atteindre 400 Mbit/s par ligne numérique bidirectionnelle.

La plupart des pays ont choisi un mode transverse unique à la longueur d'onde de 1,3 ou 1,5 µm pour augmenter l'espacement entre répéteurs en mettant à profit les faibles pertes qui caractérisent les fibres. Cependant, dans les études actuelles sur les câbles sous-marins à fibres optiques, c'est une longueur d'onde de 1,3 µm que l'on retient généralement. La raison en est qu'il n'existe pas actuellement, à 1,5 µm, de fibre assurant de faibles pertes et une grande largeur de bande et que les diodes laser à 1,5 µm n'ont pas encore fait la preuve de leur fiabilité.

Un système en câble sous-marin à fibres optiques devrait avoir une fiabilité correspondant à une moyenne des temps de bon fonctionnement (MTBF) de 8 à 15 ans. Or, c'est là une exigence très difficile à satisfaire pour un système à grande distance. Il s'ensuit que l'espacement entre répéteurs doit être aussi grand que possible. Une des conséquences de cette augmentation de l'espacement est que la tension d'alimentation en courant continu et le coût du système pourront être réduits. On peut escompter parvenir à un espacement entre répéteurs de quelque 25 à 50 km grâce à l'usage de diodes laser à 1,3 µm, avec mode transverse unique.

4.2 Câbles

Les câbles sous-marins doivent avoir une résistance à la traction suffisante (75-100 kN) pour supporter les charges de traction pendant les opérations de pose et d'enlèvement. Ils doivent également pouvoir résister à des pressions hydrostatiques très élevées (pouvant atteindre 80 MPa) sur le fond des mers, et ce, pendant 20 ans.

Pour les câbles à fibres optiques, l'allongement des fibres pendant les opérations de pose et d'enlèvement devrait être réduit

Tableau 1 — Objectifs fixés pour les systèmes en câbles sous-marins à fibres optiques

	pays	Royaume-Uni	Etats-Unis	France	Japon
système	longueur de la ligne de transmission	7500 km	8000 km	jusqu'à 10 000 km	1000-10 000 km
	profondeur de pose	7500 m	7500 m	plus de 6500 m	8000 m
	vitesse de transmission	140-280 Mbit/s	274 Mbit/s	140-280 Mbit/s	260-400 Mbit/s
	longueur d'onde	1,3 µm	1,3 µm	1,3 µm ultérieurement: 1,55 µm	1,3 µm
	nombre de lignes numériques	1-5	3 max	1-4	2-3
	courant d'alimentation	1,2 A	1 A	1 A	1 A
	fiabilité (MTBF)	10 années	8 années	15 années	10 années
répéteur	espacement entre répéteurs	25-50 km	25-50 km	25-50 km	25-50 km
	éléments constitutifs	circuits intégrés monolithiques	circuits intégrés monolothiques		circuits intégrés monolithiques
	consommation en continu	3-5 W/fibre	4 W/fibre	5 W/fibre	3-5 W/fibre
	supervision	bouclage	bouclage	bouclage au moins	bouclage
	redondance diodes laser	à l'étude	3 en réserve max	3 en réserve max	0 ou 1 en réserve
câble	pertes optiques	moins de 1 dB/km	moins de 1 dB/km	moins de 1 dB/km	moins de 1 dB/km
	résistance à la traction	90 kN	80 kN	80 kN	75-100 kN
boîtier		rigide	rigide	rigide (structure à cardan pour enfouissement)	structure à cardan

au minimum de façon à éviter que les fibres ne cassent et que des problèmes de fatigue statique ne se posent. Il semble également nécessaire de soustraire ces fibres, à l'intérieur du câble, à l'influence des pressions et de les faire fonctionner dans une atmosphère sèche.

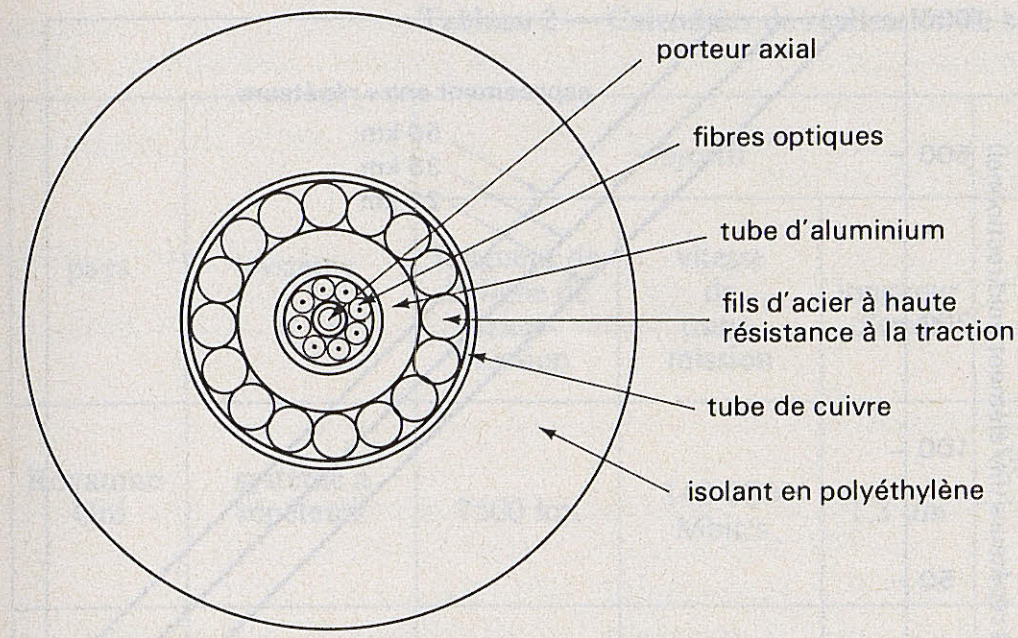
La figure 3 montre des structures de câble à fibres optiques actuellement mises au point dans plusieurs pays. Il s'agit d'obtenir un affaiblissement qui ne soit pas supérieur à 1 dB/km à 1,3 µm pour les fibres d'un câble installé et d'avoir une résistance mécanique suffisante pour la pose et l'enlèvement des câbles en eau profonde, à une profondeur maximum de 8000 m.

La structure fondamentale d'un câble à fibres optiques se présente comme suit:

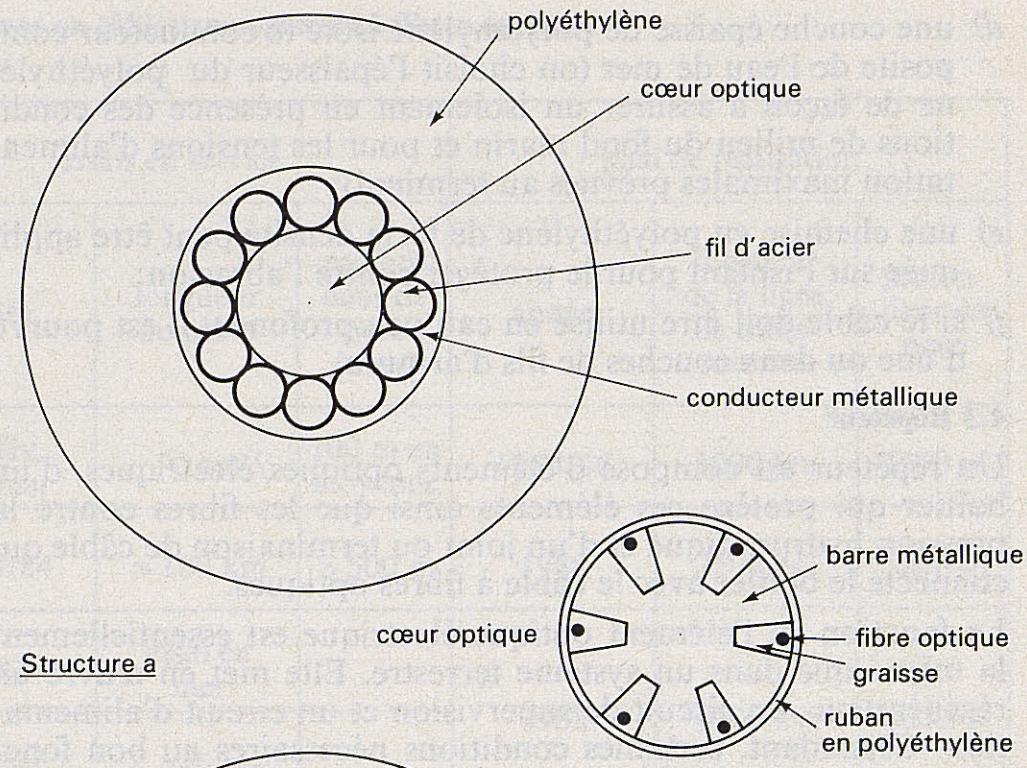
a) les fibres sont logées dans un tube à paroi épaisse en aluminium ou en cuivre et/ou dans une structure de fils toronnés en acier à forte résistance à la traction qui fournit l'essentiel de la résistance nécessaire à la pression;

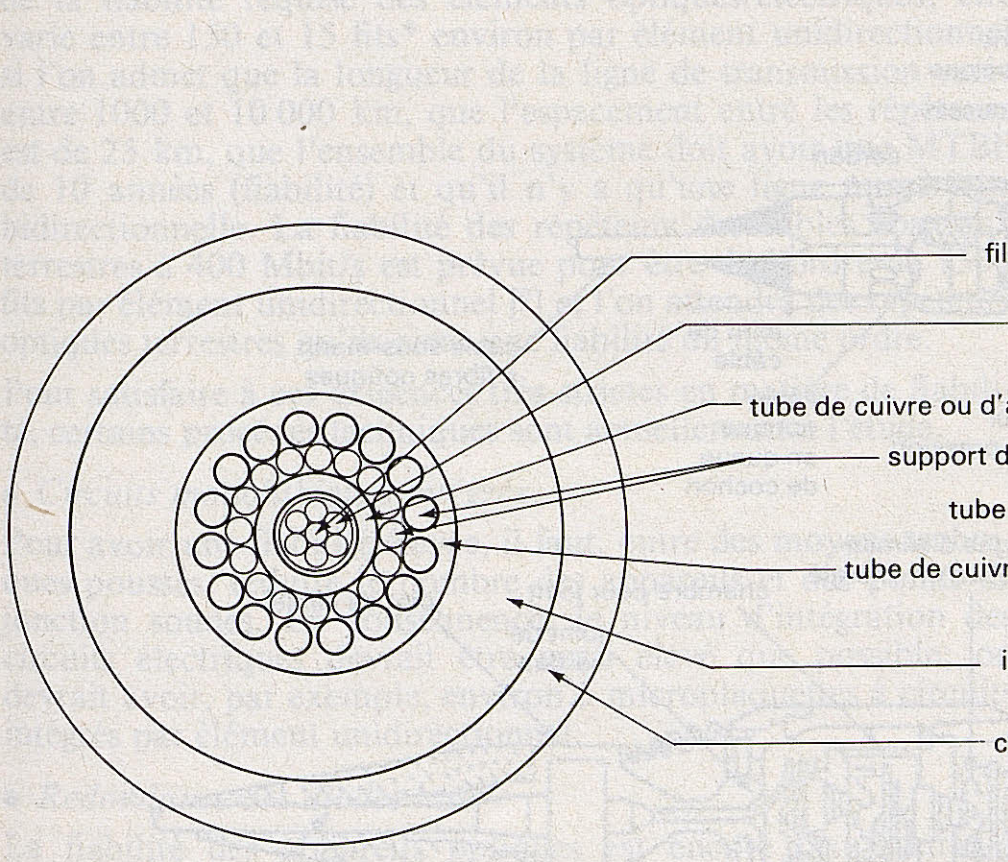
b) on entoure d'un tube hermétique d'aluminium ou de cuivre la structure de fils d'acier toronnés. Ce tube empêche la vapeur d'eau de se diffuser à travers l'isolant;

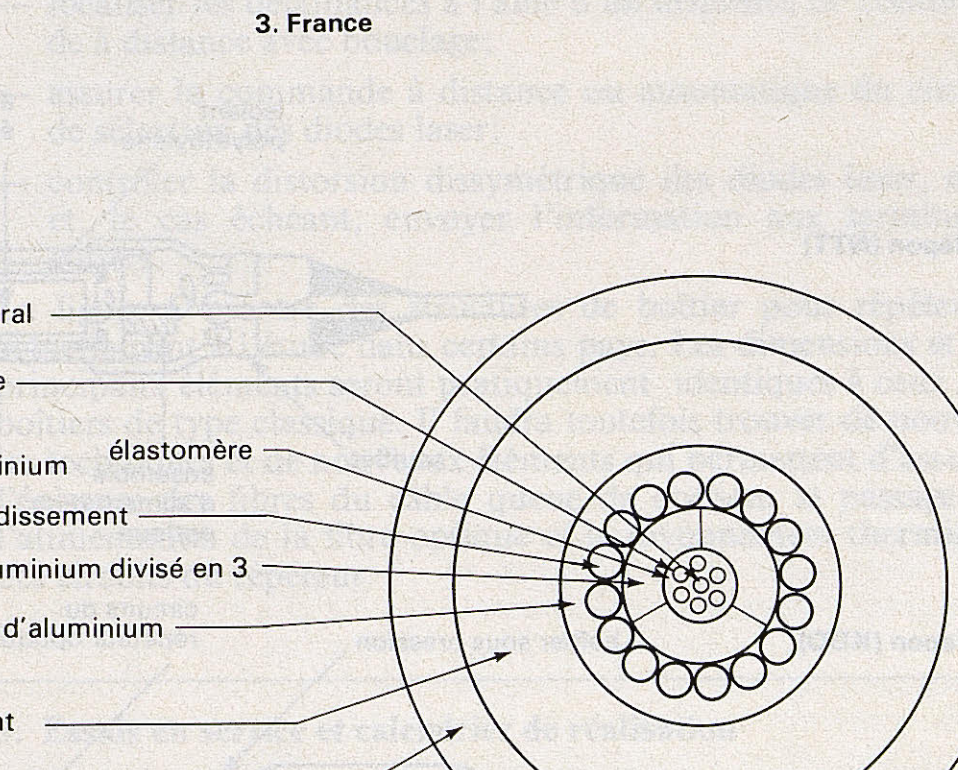
c) un conducteur composite assure l'alimentation des répéteurs en énergie électrique;

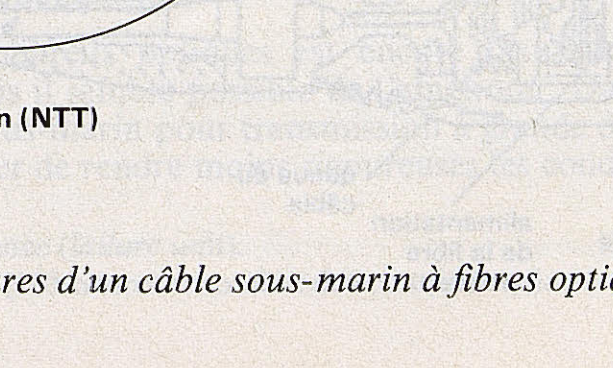


1. Royaume-Uni

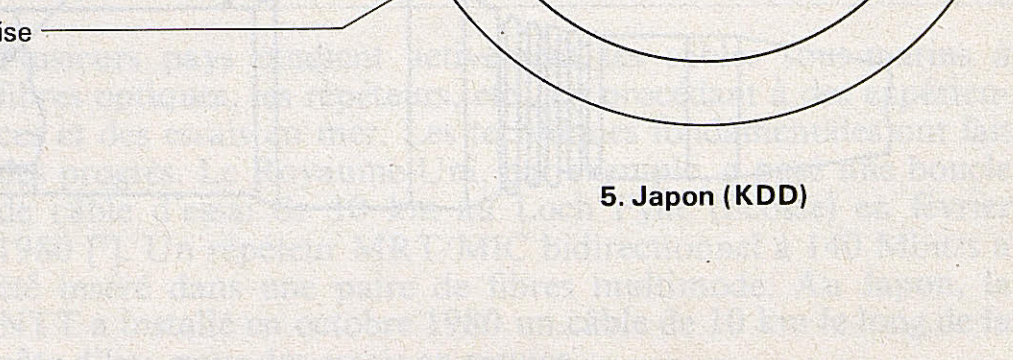








2. Etats-Unis



3. France

4. Japon (NTT)

5. Japon (KDD)

Figure 3 — Structures d'un câble sous-marin à fibres optiques

d) une couche épaisse de polyéthylène isole le conducteur composite de l'eau de mer (on choisit l'épaisseur du polyéthylène de façon à assurer un isolement en présence des conditions de milieu du fond marin et pour les tensions d'alimentation maximales prévues au terminal);

e) une chemise en polyéthylène de forte densité peut être appliquée sur l'isolant pour le protéger contre l'abrasion;

f) si le câble doit être utilisé en eau peu profonde, il est pourvu d'une ou deux couches de fils d'armure.

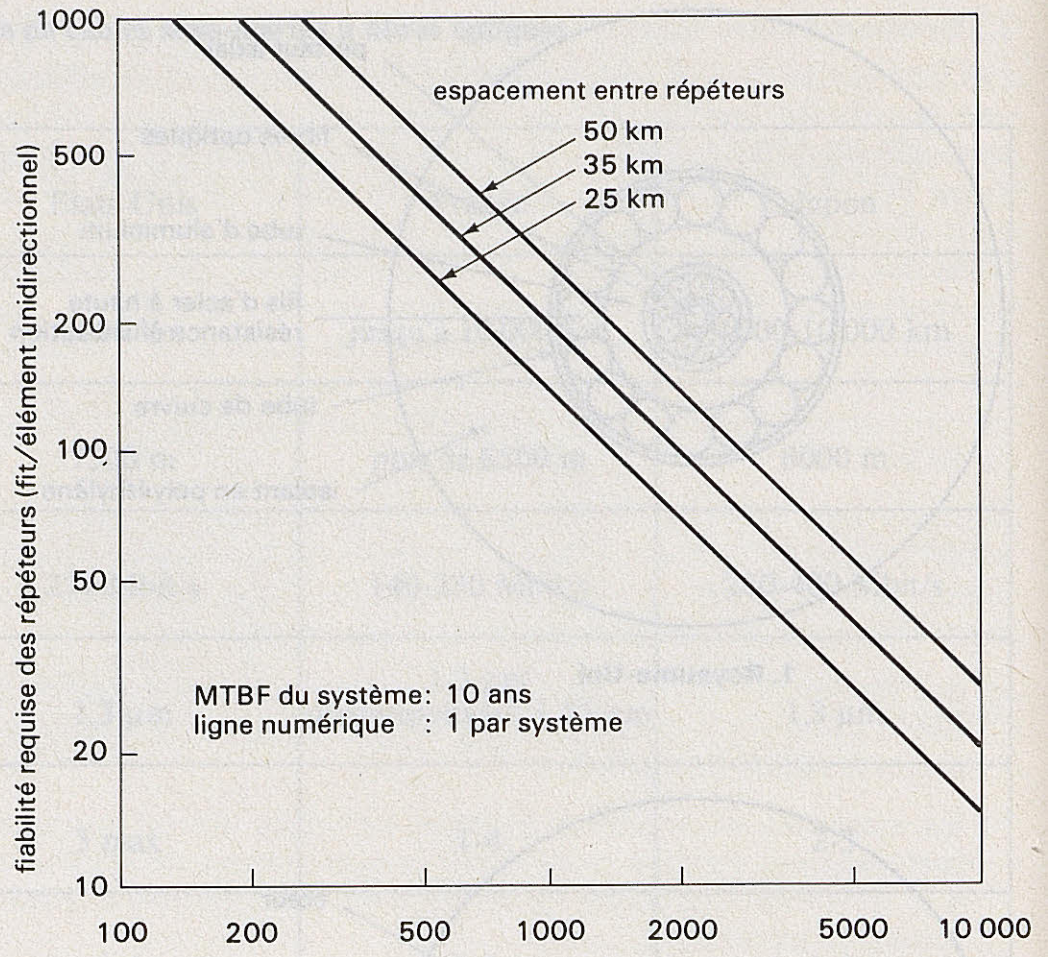
4.3 Répéteur

Un répéteur est composé d'éléments optiques/électriques, d'un boîtier qui protège ces éléments ainsi que les fibres contre la pression hydrostatique et d'un joint ou terminaison de câble qui connecte le boîtier avec le câble à fibres optiques.

La fonction de l'élément optique/électrique est essentiellement la même que dans un système terrestre. Elle met en œuvre un régénérateur, un circuit de supervision et un circuit d'alimentation. Cependant, certaines conditions nécessaires au bon fonctionnement du système sont particulièrement importantes dans les systèmes sous-marins. Il s'agit notamment:

a) d'avoir des composants très fiables dans les circuits de répéteurs;

b) de pouvoir surveiller à distance ou automatiquement le fonctionnement du système.



▲ *Figure 4 — Exemple de fiabilité des répéteurs*

▼ *Figure 5 — Structures de boîtier de répéteur*

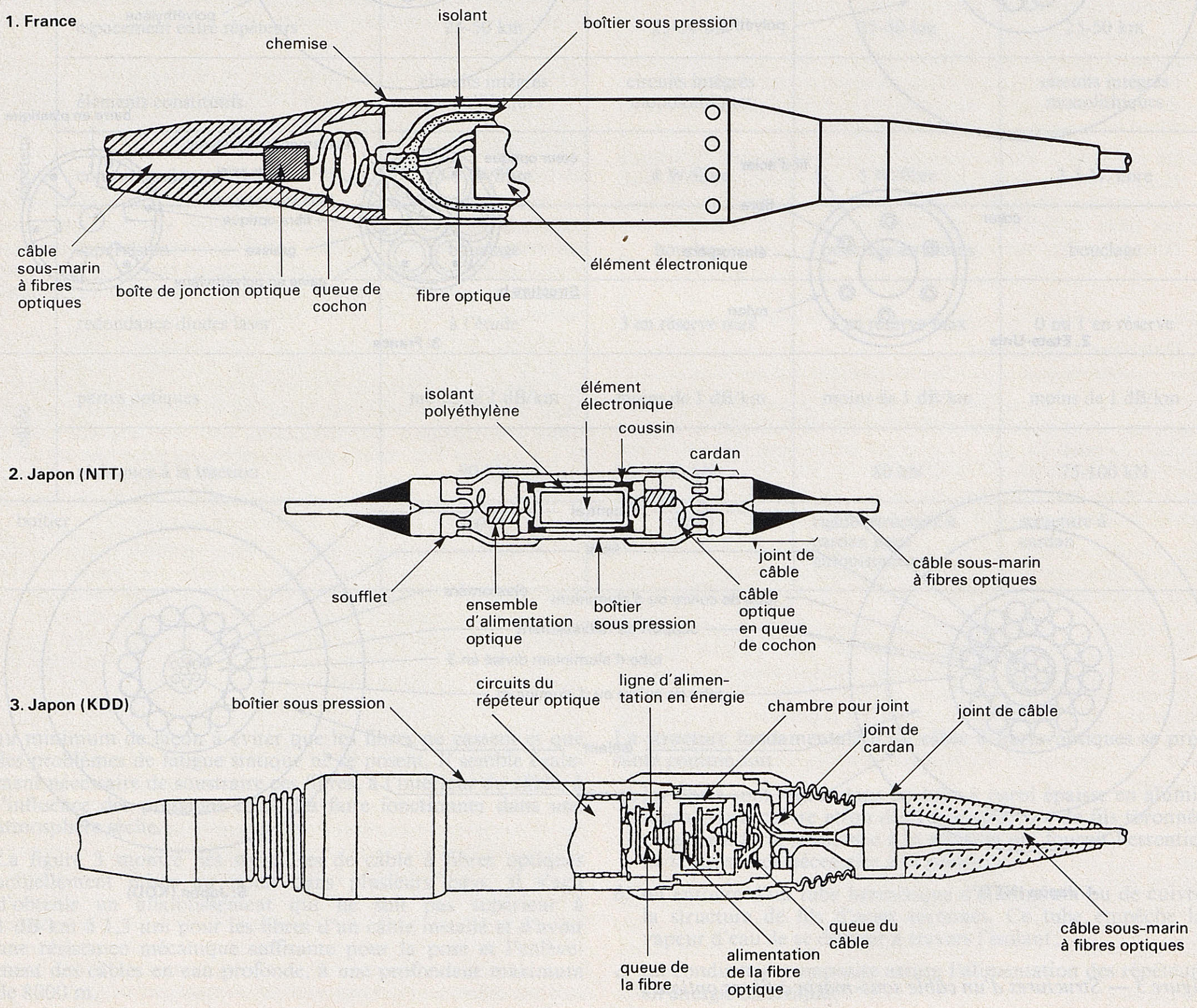


Tableau 2 — Calendrier de réalisation de systèmes en câbles sous-marins à fibres optiques

pays	système	objectif			essais en service			plan de réalisation		
		longueur de la ligne de transmission	vitesse de transmission	longueur d'onde	année	longueur du câble	profondeur de pose (max)	année	longueur de la ligne de transmission	profondeur de pose
Royaume-Uni	système à répéteurs	7500 km	140-280 Mbit/s	1,3 µm	1980 fév. mai	10 km	100 m en moyenne	1985/86	1000 km	7500 m
					1983/84	> 100 km	> 500 m	1988	7500 km	7500 m
Etats-Unis	système à répéteurs	8000 km	274 Mbit/s	1,3 µm	1982	essai en mer		1988	6500 km	6000 m
					± 1985	> 250 km				
France	système sans répéteurs	50 km	8-34-140 Mbit/s	1,3 µm	1982	20 km	1000 m			
	système à répéteurs	jusqu'à 10 000 km	140-280 Mbit/s	1,3 µm (1,55 µm)	1983	espacement entre répéteurs 30 km	2000 m	1985	300 km	2600 m
								entre 1985 et 1990	10 000 km	
Japon	système sans répéteurs	30-50 km	6,3-100 Mbit/s	1,3 µm	1980	10 km	230 m	entre 1980 et 1985		
	système à répéteurs	1000-10 000 km	260-400 Mbit/s	1,3 µm	entre 1980 et 1985	45-50 km	1000-1500 m	± 1985	300-1000 km	
					± 1985	300 km	> 2000 m	entre 1985 et 1990	1000-10 000 km	

Un système en câble sous-marin à fibres optiques doit avoir des éléments optiques/électriques d'une fiabilité très élevée. Cette fiabilité est fonction de la longueur de la ligne de transmission, de l'espacement entre les répéteurs et des conditions de fiabilité exigées de l'ensemble du système. La figure 4 donne un exemple de la fiabilité requise des éléments optiques/électriques; elle varie entre 150 et 15 fits* environ par élément unidirectionnel si l'on admet que la longueur de la ligne de transmission varie entre 1000 et 10 000 km, que l'espacement entre les répéteurs est de 25 km, que l'ensemble du système doit avoir une MTBF de 10 années (fiabilité) et qu'il n'y a qu'une ligne numérique bidirectionnelle. La fiabilité des répéteurs des câbles coaxiaux terrestres à 400 Mbit/s est prévue pour être de l'ordre de 1300 fits par élément unidirectionnel [9] et l'on attendra des répéteurs optiques terrestres qu'ils aient une fiabilité du même ordre.

Pour satisfaire à ces exigences très strictes en matière de fiabilité, certains procédés techniques sont actuellement à l'étude.

• *Circuits monolithiques intégrés*

Pour avoir une fiabilité élevée, il faut, outre des moyens techniques poussés, réduire le nombre des appareils et des points de jonction soudés. En conséquence, le niveau d'intégration des circuits électriques devrait être aussi élevé que possible; on devrait avoir, par exemple, environ 5 microplaquettes à circuits intégrés par élément unidirectionnel.

• *Redondance des diodes laser*

La fiabilité des appareils optiques est encore insuffisante à l'heure actuelle mais il semble possible de l'améliorer. Dans un système en câble sous-marin pour transmission à grande distance, on pourra essayer de rendre moins rigoureuses les conditions de fiabilité des diodes laser en ayant recours à la redondance, par exemple en prévoyant 1 à 3 diodes laser froides en réserve.

Le circuit de supervision devra pouvoir:

— localiser les défaillances à l'aide d'un dispositif de commande à distance avec bouclage;

— assurer la commande à distance ou automatique du circuit de sélection des diodes laser;

— contrôler la distorsion dissymétrique des diodes laser, etc., et, le cas échéant, envoyer l'information aux terminaux côtiers.

La figure 5 montre des structures de boîtier pour répéteurs, actuellement à l'étude dans certains pays. Les dimensions et les principaux éléments seront pratiquement identiques à ceux des boîtiers de type classique. Il faudra toutefois trouver de nouvelles techniques et de nouveaux éléments qui permettent d'assurer l'épissure des fibres du câble queue de cochon, le passage de l'alimentation de la fibre optique et le rayonnement thermique des circuits du répéteur.

5. Essais en service et calendrier de réalisation

Plusieurs pays étudient activement les câbles sous-marins à fibres optiques, les répéteurs, etc., en procédant à des expériences et des essais en mer. Les techniques fondamentales ont fait des progrès. Le Royaume-Uni, par exemple, a posé une boucle de câble d'essai de 10 km au Loch Fyne (Ecosse) en février 1980 [7]. Un répéteur MRT/MIC bidirectionnel à 140 Mbit/s a été inséré dans une paire de fibres multimode. Au Japon, la NTT a installé en octobre 1980 un câble de 10 km le long de la côte d'Izu, pour des essais en service.

* fit = unité de défaillance (*failure unit*).
1 fit = une défaillance/(10^9 heures × nombre des composants).

On aborde maintenant l'étude de la fiabilité de la structure des câbles de grand fond, des circuits monolithiques intégrés et des dispositifs optiques. On prévoit que la réalisation de systèmes en câbles sous-marins à fibres optiques se poursuivra régulièrement bien que les problèmes techniques qu'elle pose soient difficiles à résoudre. Il est très vraisemblable que des systèmes commerciaux pour trajets courts sans répéteurs et des artères à moyenne distance avec répéteurs seront mis en place vers l'année 1985. Des systèmes à grande distance, avec répéteurs, apparaîtront probablement à la fin de la décennie 1980. Le tableau 2 donne un calendrier de réalisation pour les systèmes sous-marins de transmission par fibres optiques dans plusieurs pays [1,3,4].

6. Conclusion

Plusieurs pays s'occupent activement des systèmes en câbles sous-marins à fibres optiques, mais il reste de nombreux problèmes à résoudre avant que l'on puisse en faire un usage commercial. Le but que vise toute organisation est de réaliser un système de transmission monomode et notamment un système à grande distance, avec répéteurs. Les principaux domaines qui présentent des difficultés sont la réalisation de dispositifs optiques à haute fiabilité, les circuits intégrés monolithiques à grande vitesse et les câbles à fibres optiques à grande résistance mécanique et à pertes faibles. Les premiers systèmes en câbles sous-marins à fibres optiques, du type commercial, devraient pouvoir fonctionner vers 1985 ou 1990, après de nombreux essais en service.

(Langue originale: anglais)

Références

[1] Williamson R. L.—*IEE Int. Conf. on Sub. Telecomm. Syst. (February 1980)*, p. 153

[2] Radley P. E. *et al.*—ibid., p. 173

[3] Anderson C. D. *et al.*—*Proc. of the IEEE*, **68**, *10*, p. 1299 (1980)

[4] Nomura Y. *et al.*—*J. IECE of Jpn.*, **63**, *11*, p. 1123 (1980)

[5] Worthington P.—*Proc. 6th Eur. Conf. on Opt. Comm., York (1980)*, p. 347

[6] Gleason R. F. *et al.*—*Proc. 27th Int. Wire and Cable Symp., Cherry Hill (1978)*, p. 385

[7] Irven J. *et al.*—*Proc. 6th Eur. Conf. on Opt. Comm., York (1980)*, p. 54

[8] Kojima N. *et al.*—*ECL Tech. J.*, **24**, *9*, p. 1905 (1975)

[9] Sato Y. *et al.*—ibid., **25**, *1*, p. 89 (1976)

Données fondamentales sur les systèmes à fibres optiques déjà mis en service dans plusieurs pays

par

P. MATTHIJSSE

Laboratoires Dr. Neher

Services des postes et télécommunications des Pays-Bas

Leidschendam

1. Introduction

DEPUIS les premiers essais en vraie grandeur réalisés avec des systèmes à fibres optiques en 1975 et 1976, un nombre sans cesse croissant de ces systèmes ont été mis en place dans le monde entier. A l'heure actuelle, on dénombre plus de 200 systèmes dont la longueur des liaisons varie de quelques kilomètres à des centaines de kilomètres. Ces systèmes, expérimentaux au début, acquièrent rapidement un caractère commercial. La plupart de ces derniers sont des répliques des systèmes expérimentaux antérieurs, ce qui montre que la technique des systèmes à fibres optiques satisfait aux espérances qu'on avait placées en elle.

Les systèmes que nous présentons dans le présent article sont ceux qui ont été signalés au CCITT [1], et installés jusqu'à la fin de 1981. Cette restriction signifie qu'un certain nombre de systèmes ne sont pas considérés ici, notamment les systèmes à courte distance et les systèmes d'alimentation en énergie, mais le lecteur pourra néanmoins se faire une idée assez précise des possibilités offertes actuellement pour les systèmes de télécommunication. Des essais en vraie grandeur réalisés avec des câbles sous-marins sont décrits dans l'article de Yamashita et autres [1].

Les données fondamentales figurent dans la liste du tableau I. Ces données ainsi que des renseignements complémentaires sur les fibres, les câbles et les systèmes sont présentés dans les paragraphes qui suivent. Il faut tenir compte du fait que les données peuvent dépendre dans une large mesure des méthodes de mesure utilisées (par exemple pertes dues aux épissures ou sensibilité du récepteur) ou de la nature du système mis en place (par exemple, hypothèse d'une marge nulle dans le cas d'un système expérimental).

[1] Il s'agit des systèmes signalés à la Commission d'études XV (Systèmes de transmission) et à la Commission d'études XVIII (Réseaux numériques) ainsi que des systèmes présentés à l'auteur en réponse à une demande formulée dans le document COM XV — n° R1.

Tableau I — Liste des données fondamentales sur les systèmes à fibres optiques installés jusqu'à la fin de 1981 *

système	année	pays/ participant	lieu d'implantation	longueur de la liaison	fibres	débit binaire (Mbit/s)	source/ détecteur	section d'amplification la plus longue (km)	domaine d'application	stade de développement	notes
1	1976	France/CNET	Lannion		19	34	LD/APD	8		E	
2	1976	USA/AT&T	Atlanta, GA	0,7	144	45	LD/APD		J	E	
3	1977	Canada/CTCA	Montréal	1,4	6	6,3	LED/PIN	4,5		E	
4	1977	France/CNET	Lannion			140	LD/APD	6		E	
5	1977	Allemagne (RF)/ PTT, Siemens	Berlin (Ouest)	4,3	8	34	LED/APD	4,3	J	E	
6	1977	Italie/CSELT	Turin	4	3	34	LED/APD	5		E	
						34	LD/APD	10		E	
						140	LD/APD	10		E	
7	1977	UK/STC	Hitchin— Stevenage	9	3	8	LD/APD	9	J	E	
						140	LD/APD	3	T	E	1
8	1977	UK/BTRC	Martlesham — Ipswich	13	2	8	LED/APD (PIN)	6	J	E	
9	1977	UK/BTRC	Martlesham — Kesgrave	6	2	140	LD/APD	6	T	E	2
10	1977	USA/AT&T	Chicago, IL	2,6	24	45	LD/APD	2,6	L, J	C, E	
11	1977	USA/GTE	Long Beach — Artesia, CA	9	7	1,5	LED/APD	9		E	
12	1977	USA/ CENTEL, Valtec	Las Vegas, NV	4,5	6	45	LD/APD	4,5	L	C	
13	1978	Allemagne (RF)/ PTT, AEG	Berlin (Ouest)	4,3	8	34	LD/APD	4,3	J	E	
14	1978	Allemagne (RF)/ PTT, SEL	Berlin (Ouest)	4,3	8	34	LD/APD	4,3	J	E	
						34	LD/APD	8,6	J	E	
15	1978	Allemagne (RF)/ PTT, Siemens	Francfort	15,5	6	34	LED/APD	5,4	J	C	
16	1978	Allemagne (RF)/ PTT, TEKADE	Berlin (Ouest)	4,3	6	34	LED/APD	4,3	J	E	
						34	LD/APD	8,6	J	E	
17	1978	Italie/CSELT	Turin	4	3	560	LD/APD	6		E	3
18	1978	Japon/NTT	Tokyo	21	48	32	LED/APD	6	J	E	
						32	LD/APD	12	J	E	
						100	LD/APD	10	J, T	E	
						4×1,5	LD/APD	14	L	E	4
						32	LD/APD	8	J	E	5
19	1978	Suisse/PTT	Berne	2,9	8	8	LD/PIN	2,9		E	
20	1978	UK/BT, PTL	Maidenhead — Slough	12,8	2	8	LED/APD	8,7	J	C, E	
21	1978	USA/GTE	Ft. Wayne, IN	4,3	6/10	45	LD/APD	4,5		C, E	6
22	1978	USA/ITT	Minnesota		3	1,5	LED/PIN	3		E	
23	1978	USA/Vista, NEC	Orlando, FL	8,7	10	45	LD/APD	5,1	J	C	
24	1979	Belgique/ RTT, GTE	Bruxelles/ Vilvoorde	10,5	7	34	LED/APD	4,2	J	E	
						140	LD/APD	5,3	J	E	
25	1979	Canada/BNR, BC, NT	Montréal	9	12	6,3	LD/APD	10,1		E	
26	1979	Canada/CTCA	Vancouver	7,2	2	45	LD/APD	7,4		E	7
27	1979	Canada/BNR, BC, NT	Weir, Québec	3,7	8	—	LD/APD			C	
28	1979	Chine/PTT	Wuham		4	8	LD/APD	5,7		E	
29	1979	Chine/PTT	Beijing		4	8	LD/PIN	3,3		E	
30	1979	Danemark/ JTAS, NKT	Hørning — Stilling	5,1	6	34	LD/APD			E	
31	1979	Finlande/ HTC, Nokia	Helsinki	1	4	2	LED/PIN		J	E	
32	1979	Finlande/ PTT, Nokia	Hyvinkää	2,3	4	2	LED/APD		J	E	
						8	LED/APD		J	E	
33	1979	Allemagne (RF)/ PTT, Siemens	Berlin (Ouest)	0,3/2,1	6/114	—	LED/PIN		L	C, E	8
34	1979	Italie/PTT, SIP, ITALTEL	Rome	16	18	34	LED/APD	8	J	C, E	
						140	LD/APD	8		C, E	

* Seuls sont indiqués les systèmes signalés au CCITT.

système	année	pays/ participant	lieu d'implantation	longueur de la liaison	fibres	débit binaire (Mbit/s)	source/ détecteur	section d'amplification la plus longue (km)	domaine d'application	stade de développement	notes
35	1979	Corée (Rép.)/ MOC, KTRI	Séoul	2,3	4	45	LD/APD			E	
36	1979	Suède/PTT Ericsson	Stockholm	6,5	6	34	LD/APD	6,5		E	6
						34	LD/APD	12		E	
37	1979	UK/BT, GEC	Uxbridge — Ruislip	6,1	3	8	LED/APD	6,1	J	E	
38	1979	USA/GTE	Tampa, FL	6,6	8	45	LD/APD			C	
39	1979	USA/GTE	Oil City, PA	5,7	4	45	LD/APD			C	
				4,2	4	45	LD/APD			C	
40	1979	USA/GTE	Honolulu, HI	4	10	45	LD/APD			C	
41	1979	USA/ITT	Pennsylvania		5	45	LD/APD	5		E	
42	1979	USA/AT&T	Trumbull, CT	6,4	12	45	LD/APD	6,4	L	C	
43	1979	USA/AT&T	Lake Placid, NY	4,1	12	6,3	LD/APD	4,1	L	C	
44	1979	USA/AT&T	Sacramento, CA	4,4	36	6,3	LED/PIN	4,4	J	C	
45	1979	USA/AT&T	Bernal Heights, CA	5,8	48	45	LD/APD	5,8	J	C	
46	1979	USA/AT&T, Harris	Phoenix, AZ	2,8	6	45	LD/APD	2,8	L	C	
47	1979	USA/ITT	Mansfield, PA	22	5	45	LD/APD	4	R	C	
48	1979	USA/ United Tel	Carlisle, PA	12	6	45	LD/APD	6	J	C	
49	1980	Autriche/ PTT	Vienne	7	4	34	LED/APD	7	J	C	6
						34	LD/APD	7	J	C	
50	1980	Canada/CTCA	Alberta	50	12	274	LD/APD	3,2		E	
51	1980	Canada/BNR, BC, NT	St. Agatha — St. Adèle	20	12	6,3	LD/APD	10,6		E	
52	1980	Canada/BNR, BC, NT	Kitchener	8	12	45	LD/APD	8		E	
53	1980	Canada/BNR, BC, NT	Ottawa	12	24	45	LD/APD	6,8		E	
54	1980	Canada/BNR, BC, NT	Edmonton	8,2	4	—	LD/APD			C	7
55	1980	Canada/BNR, BC, NC	Berthierville, Québec	10,8	12	1,5	LED/APD	10,8		E	
56	1980	France/PTT, Thomson-CSF	Paris	7,5	70	34	LD/APD	7,5	J	C, E	
57	1980	Allemagne (RF)/ PTT, TEKADE	Berlin (Ouest)	0,4/0,9	2/216	,07	LED/PIN		L	C, E	
58	1980	Allemagne (RF)/ PTT, Siemens	Alpes bavaroises	1,2/5,6	4	—	LED/PIN		R		8,9
59	1980	Allemagne (RF)/ PTT, SEL	Berlin (Ouest)	,9/2,5	8/320	—	LED/PIN	—	L	C, E	10
60	1980	Allemagne (RF)/ PTT, AEG	Berlin (Ouest)	,9/2,6	10/60	—	LD/PIN	—	L	C, E	11
61	1980	Allemagne (RF)/ PTT, AEG	Herford — Bünde	13	2	34	LD/APD	7,5	J	C	
62	1980	Inde/IP&T	Pune	4	6	8	LED/PIN	4	J	E	
63	1980	Italie/PTT, GTE, Telettra	Rome	16	18	140	LD/APD	8		C, E	12
64	1980	Japon/NTT	Kawasaki	18	24/48	6,3	LD/APD	12	L	E	
						32	LD/APD	10	J	E	
						32	LED/APD	9	J	E	13
						32	LD/APD	21	J	E	13
						100	LD/APD	9	J, T	E	
						100	LD/APD	18	J, T	E	13
						—	LD/APD	10	L	E	14
						—	LD/APD	20	L	E	13, 14
65	1980	Corée (Rép.)/ KEC	Pusan	1,2	4	6,3	LED/APD	1,2		E	
66	1980	Pays-Bas/ PTT, Philips	Eindhoven — Helmond	14,3	12	140	LD/APD	8,6	T	E	
67	1980	Espagne/ CTNE	Madrid	,6	6	2	LED/APD		R	C, E	

système	année	pays/ participant	lieu d'implantation	longueur de la liaison	fibres	débit binaire (Mbit/s)	source/ détecteur	section d'amplification la plus longue (km)	domaine d'application	stade de développement	notes
68	1980	Suède/ PTT, ITT	Stockholm	2	4	2	LD/APD	2		C	
69	1980	UK/BT, PTL	Brownshill — Wallsall	9	8	8	LED/APD	9	J	C	
70	1980	UK/BT	Gloucester— Walham	3	4	2	LED/PIN	3	J	C, E	6
71	1980	UK/BT	York — Haxby	5,5	4	2	LED/PIN	5,5	J	C, E	
72	1980	USA/AT&T	Atlanta, GA	11	36	45	LD/APD	6,4	J	C	
73	1980	USA/AT&T	New York, NY	3,7	24	,26	LED/APD	3,7	L	C	
74	1980	USA/Cont., NEC	Woodbridge, VA	7,2	6	45	LD/APD	7,2	J	C	
75	1980	USA/GTE	Everett, WA	9,5	10	45	LD/APD	9,5	J	C	
76	1980	USA/GTE	San Angelo, TX	4,6	10	45	LD/APD	4,6	J	C	
77	1980	USA/GTE	York, PA	8,4	8	45	LD/APD		J	C	
78	1980	USA/GTE	Sarasato, FL	10,1	8	45	LD/APD		J	C	
79	1980	USA/CENTEL, NEC	Humble, TX	8,6	14	90	LD/APD	8,6	J	C	
80	1981	Danemark/ P&T, LME, Philips, NKT	Aabenraa— Rødekro	7,9	6	34	LD/APD	7,9		C, E	15
81	1981	Danemark/ P&T, AEG, NKT	Copenhague	2,6	8	140	LD/APD			C	15
82	1981	Danemark/ JTAS, NKT	Århus	5,1	8	34	LD/APD			C, E	
83	1981	Danemark/ KTAS, NKT	Copenhague	3	8	34 34 140	LD/APD LED/APD LD/APD			C, E C, E C, E	
84	1981	Allemagne (RF)/ PTT, SEL	Stuttgart	14,2	4	34	LD/APD	7,3	J	C	
85	1981	Allemagne (RF)/ PTT, F&G	Nuremberg	12,2	2	34	LED/PIN	4,3	J	C	
86	1981	Japon/NTT	Hachioji	18	6	400	LD/APD	20	T	E	16
87	1981	Arabie Saoudite/ PTT, Philips	Riyad	5,4	6	34	LD/APD	5,5		C, E	
88	1981	Suède/PTT	Stockholm	,5	8	—	LED/PIN	,5		E	17
89	1981	Suède/PTT	Kristianstad	4	2	2	LED/PIN	4		C	
90	1981	UK/BT, STC	Aberyswyth — Ponterwyd	20	8	8	LD/APD	11	J	C	
91	1981	UK/BT, STC	Aberdeen — Kingswell	12	8	8	LD/APD	12	J	C	
92	1981	UK/BT, STC	Croydon — Vauxhall	15	8	8	LD/APD	8	J	C	
93	1981	UK/BT, STC	Londres — Vauxhall	3	8	8	LD/APD	3	J	C	
94	1981	UK/BT, PTL	Corris — Dolgellau	16	8	8	LED/APD	9	J	C	
95	1981	UK/BT, PTL	Corris — Tywyn	23	8	8	LED/APD	12	J	C	
96	1981	UK/BT, PTL	Corris — Machynlleth	9	8	8	LED/APD	9	J	C	
97	1981	UK/BT, GEC	Londres — Reading	74	8	140	LD/APD	8,3	T	C	
98	1981	UK/BT, GEC	Oxford — Reading	48	8	34	LD/APD	10	J, T	C	
99	1981	UK/BT, GEC	Banbury — Oxford	39	8	8	LED/APD	7,5	J	C	
100	1981	UK/BT, GEC	Arrington — Cambridge	17	8	8	LED/APD	7,5	J	C	
101	1981	USA/AT&T	Pittsburgh, PA	64	36	45	LD/APD	6,4	J	C	
102	1981	USA/AT&T	San Francisco, CA	14	144	45	LD/APD	6,4	J	C	

système	année	pays/ participant	lieu d'implantation	longueur de la liaison	fibres	débit binaire (Mbit/s)	source/ détecteur	section d'amplification la plus longue (km)	domaine d'application	stade de développement	notes
103	1981	USA/AT&T	White Plains, NY	48	72	45	LD/APD	6,3	J	C	
104	1981	USA/AT&T	Philadelphie, PA	27	96	45	LD/APD	6,6	J	C	
105	1981	USA/AT&T	Newark, NJ	42	72	45	LD/APD	7,1	J	C	
106	1981	USA/GTE	Hayward, WI	2,6	9	45	LD/APD	2,6	J	C	
107	1981	USA/GTE	Beaumont, CA	4,2	8	45	LD/APD	4,2	J	C	
108	1981	USA/GTE	Ozark, AL	1,4	6	45	LD/APD	1,4	J	C	

Notes:

1. Egalement exploitable avec une longueur de 6,2 km
2. Longueur portée à 14 km
3. Même câble que pour les systèmes 6
4. Système MRL (multiplexage par répartition en longueur d'onde)
5. Egalement analogique 40 ± 25 MHz
6. Deux câbles différents
7. Analogique, porteuse MF de 70 MHz
8. Système à modulation d'impulsions en position
9. Huit installations de câbles différents
10. 4 kHz, système MF
11. 100 MHz, système analogique
12. Deux systèmes différents sur un même câble comme dans le système 34
13. Système à 1300 nm
14. Système de transmission vidéo à modulation d'impulsions en fréquence
15. Plusieurs systèmes sur le même câble
16. Fibres monomodes, 1300 nm
17. Système analogique

Abréviations:

C: en production industrielle
E: expérimental
L: réseau local
R: réseau rural
J: réseau de jonction
T: réseau interurbain (trunk)

2. Fibres et câbles

La grande majorité des systèmes mis en place utilisent des fibres multimodes à gradient d'indice. En ce qui concerne les dimensions, seuls les câbles posés récemment sont munis des fibres de 50/125 µm recommandées par le CCITT. Le coefficient d'affaiblissement spécifié pour la fibre en touret varie de 3 à 6 dB/km pour des longueurs d'onde de 800 à 900 nm. En ce qui concerne les câbles les plus récents, on note une tendance à une diminution de l'affaiblissement. Les largeurs de bande varient de 200 MHz × km à 1300 MHz × km, ce qui montre à la fois la diversité de la production et de la demande pour des systèmes à débits binaires différents. Un histogramme de l'ouverture numérique théorique maximale des fibres à gradient d'indice est présenté dans la figure 1, en fonction de la longueur de fibres installée (figure 1 *a)*) et du nombre de liaisons en câble installées (figure 1 *b)*). Dans 50% des systèmes environ, on a recours à la structure en câble à tube non assujetti. Pour les autres systèmes, on utilise principalement la structure à torons serrés et la structure à rubans serrés.

Il est fréquent que les câbles contiennent 4, 6 ou 8 fibres. Dans les réseaux de jonction, on pose également des câbles qui contiennent beaucoup plus de fibres. On trouve même des valeurs extrêmes telles que 2 et 320 fibres pour des câbles posés dans les réseaux locaux. Les diamètres des câbles à 4-8 fibres varient de 7 à 25 mm, 10 mm étant une valeur moyenne. Comme matériau de support, on utilise le plastique renforcé par des fibres (FRP) et le kevlar (polyamide aromatique).

Les données disponibles ne permettent pas de déterminer l'influence du mode de câblage sur l'affaiblissement et la largeur de bande dans les fibres. La plupart des chiffres sont les mêmes pour la fibre en touret que pour la fibre en câble ou ne correspondent qu'à des valeurs théoriques. Pour des températures allant de –30° à +60° C, la variation spécifiée en fonction de la température est comprise entre zéro et des valeurs inférieures à 1 dB/km.

Le poids par unité de longueur dépend en grande partie de la présence d'armures ou de conducteurs métalliques. Pour des câbles sans armure et sans conducteurs métalliques, ce poids varie de 40 à 150 kg/km. S'il y a des conducteurs métalliques, il varie de 100 à 600 kg/km. Pour des câbles avec armure, le poids peut atteindre 1300 kg/km.

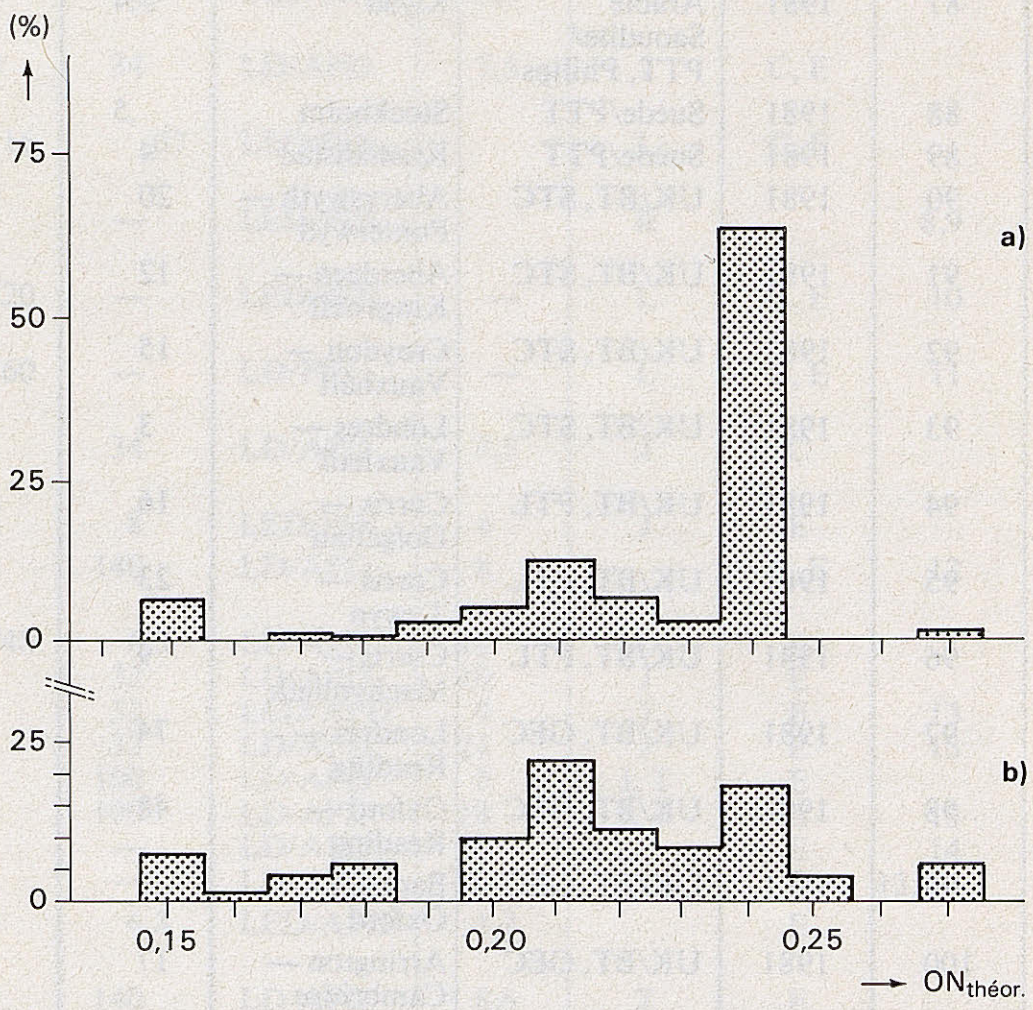


Figure 1 — Histogramme de l'ouverture numérique (valeur théorique maximale) pour:

a) *97% de la longueur de fibre posée*

b) *94% du nombre de liaisons par câble établies*

3. Installations et épissurage

La longueur maximale de pose dépend du type d'installation. Pour des installations aériennes, la longueur maximale atteint 3 km. Pour des installations en conduites ou en tranchées, la longueur maximale est normalement d'environ 1 km, quel que soit le poids du câble. Dans certains essais en vraie grandeur réalisés récemment au Japon et en France, on a adopté une longueur de pose maximale dépassant 2 km.

Environ 30% des câbles posés sont maintenus sous pression, le reliquat étant constitué par des câbles remplis de gelée minérale ou des câbles sans remplissage. Pour l'épissurage, on a utilisé la méthode de fusion à l'arc électrique pour plus de 70% des câbles posés qui contiennent jusqu'à 48 fibres. Les valeurs moyennes d'affaiblissement constatées se situent entre 0,1 et 0,5 dB (valeur moyenne 0,3 dB). On ne remarque aucune diminution de ces valeurs dans les installations plus récentes. En ce qui concerne les autres câbles, on utilise la fusion au chalumeau, l'épissurage industriel et l'épissurage mécanique (tube rétreint, rainure en V, méthodes des 3 barres). La valeur moyenne de l'affaiblissement varie de 0,1 à 0,8 dB. Dans ce cas, on rencontre fréquemment des valeurs de 0,3 et 0,4 dB. La figure 2 illustre l'influence de l'épissurage sur la largeur de bande totale. Pour un certain nombre de sections de câbles posées, cette figure donne le rapport de la largeur de bande moyenne obtenue, B, à la largeur de bande moyenne B_0 pour l'unité de longueur (1 km). En admettant la loi de variation suivante en fonction de la longueur:

$$B \simeq B_0(L/L_0)^{-E}$$

où L est la longueur de la fibre et $L_0 = 1$ km, on peut en déduire la valeur de E. Pour la plupart des sections, on a obtenu une valeur située entre 0,5 et 0,7. On rencontre également des valeurs plus petites, ce qui montre que la largeur de bande est très influencée par le couplage des modes dans les fibres et les épissures, et par les tolérances sur les profils de l'indice de réfraction (effets d'égalisation [2]).

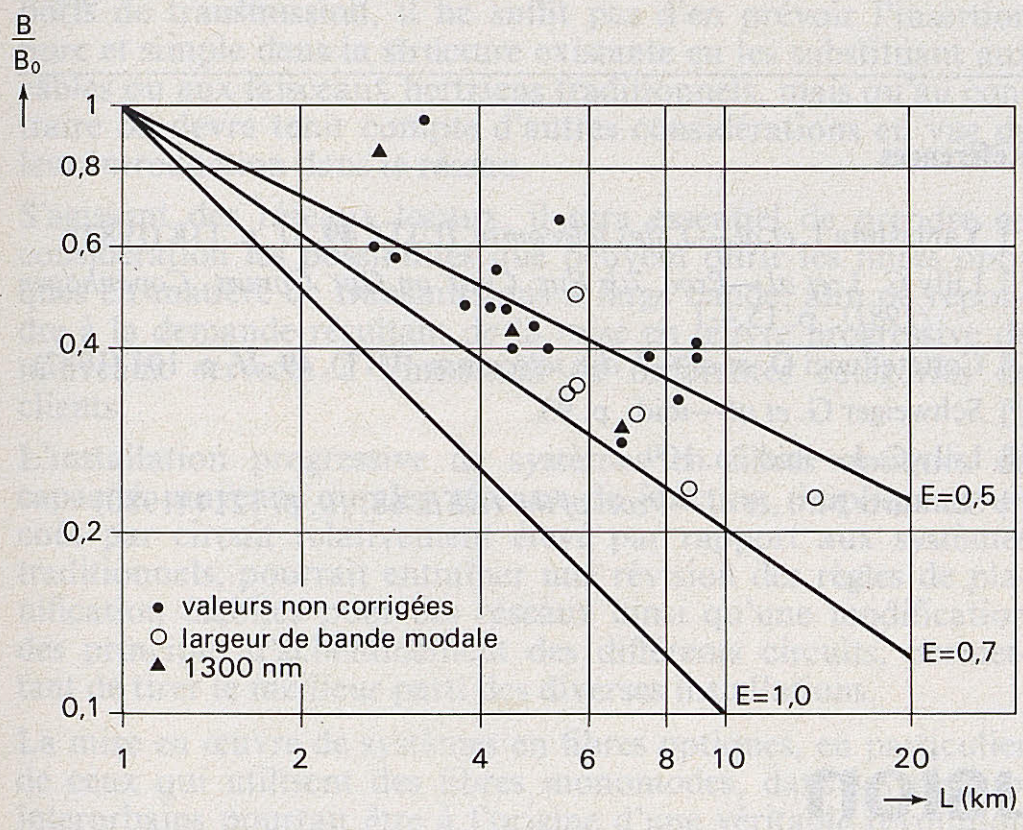


Figure 2 — Valeur moyenne de la largeur de bande (par rapport à la largeur de bande de la fibre de longueur unitaire) d'un certain nombre de sections de fibre posées. Les données correspondant aux points noirs n'ont pas pu être corrigées de l'influence de la dispersion due au matériau

4. Systèmes

Jusqu'à présent, on s'est surtout intéressé à la mise au point de systèmes à 8-45 Mbit/s, ce qui était le cas pour plus de 75% de tous les systèmes installés. Les autres systèmes ont des débits binaires compris entre 0,1 et 560 Mbit/s; on a mis en place également un certain nombre de systèmes analogiques. La presque totalité de ces systèmes fonctionnent sur des longueurs d'onde comprises entre 800 et 900 nm.

Le tableau II donne les valeurs de deux paramètres fondamentaux des systèmes, la puissance injectée et la sensibilité du récepteur, pour les types de systèmes numériques les plus courants. On voit que dans la généralité des cas les longueurs de pose des sections n'ont pas la valeur maximale qu'il est possible de réaliser. Dans les systèmes installés récemment, on rencontre très souvent des récepteurs utilisant des photodiodes à structures p-i-n (PIN). La sensibilité varie entre –53 dBm environ à 8 Mbit/s et –58 dBm à 2 Mbit/s.

On prévoit qu'un grand nombre de ces systèmes seront utilisés dans les réseaux de jonction, avec des longueurs de liaison allant de 1 à 64 km et des débits binaires atteignant 140 Mbit/s. Pour les réseaux locaux et ruraux, il existe une grande variété de systèmes, tandis que des systèmes à débit binaire très élevé, avec diodes laser et photodiodes à avalanche (LD/APD), sont utilisés dans les réseaux interurbains. D'autres articles de ce numéro décrivent les systèmes propres à chacun de ces réseaux [3-5].

Tableau II — Gamme des valeurs (minimales/maximales) de certains paramètres fondamentaux des systèmes optiques numériques fonctionnant sur des longueurs d'onde de 800 à 900 nm*

débit binaire (Mbit/s)	6-8		32-34		45	140
source/détecteur	LED/APD	LD/APD	LED/APD	LD/APD	LD/APD	LD/APD
pourcentage du nombre total des systèmes	9	8	8	17	27	10
puissance injectée (valeur moyenne, dBm)	–12/–6,5	–7/–5	–20/–15	–10/0	–5/–3	–6/0
sensibilité du récepteur (dBm)	–60/–45	–63/–51	–57/–41	–57/–41	–54/–51	–48/–40
longueur de la section installée (km)	1,2/12	3/12	3/9	4/12	1/10	3/14

* Seuls sont indiqués les types de systèmes qui correspondent à plus de 5% du nombre total des systèmes installés.

5. Conclusion

Les systèmes présentés dans le tableau I donne un bon aperçu de l'évolution des systèmes de télécommunication à fibres optiques. En raison du laps de temps qui s'écoule entre le moment où l'on conçoit un système en laboratoire et celui où les systèmes ensuite mis au point à des fins commerciales deviennent opérationnels, il y aura toujours un décalage par rapport aux possibilités des systèmes optiques décrits dans les quatre articles précédemment cités.

En particulier, l'application de composants pour grandes longueurs d'onde, les fibres monomodes et la mise en place de systèmes à fibres optiques dans les zones des centraux locaux sont appelées à modifier la situation dans les années à venir. Avec l'emploi de grandes longueurs d'onde, les longueurs de section installées augmenteront considérablement. L'essai pratique qu'a effectué le Japon en fibres monomodes (voir tableau I), avec une longueur de section de 20 km et un débit binaire de 400 Mbit/s, donne une idée assez précise de ce que réservent ces futures possibilités.

Toutefois, la mise en œuvre de systèmes à fibres optiques dans les réseaux futurs ne dépend pas uniquement des résultats techniques de l'installation de ces systèmes. Les aspects d'exploitation tels que la manutention des câbles, l'épissurage et la détérioration des câbles sont également très importants. Bien que ces aspects ne soient pas présentés dans le tableau I, la plupart des expériences se sont avérées assez positives. Il ne semble pas que la manutention des câbles optiques soit plus difficile que celle des câbles classiques à conducteurs en cuivre. Des cassures de fibres se produisent pendant l'installation, ce qui est dû généralement à de fausses manœuvres, mais il n'y a pas lieu de s'en préoccuper outre mesure. Quant aux épissures, le personnel habitué aux techniques classiques d'épissurage pourra s'en charger sans devoir suivre une formation trop longue.

L'aspect le plus important de l'exploitation future concerne la stabilité de performance des systèmes, laquelle dépend dans une large mesure de la stabilité du signal optique reçu. Des variations du niveau de signal risquent de se produire en raison de variations dans l'émetteur ou sur le trajet de transmission. Dans l'émetteur, la puissance de sortie et les caractéristiques spectrales du signal optique peuvent varier en raison du vieillissement, du remplacement de certaines pièces ou de variations de la température. Sur le trajet de transmission, il est possible que l'affaiblissement et la largeur de bande varient en raison, par exemple, de variations de la longueur d'onde, de changements de température et des raccordements à effectuer pour remplacer les pièces. De nombreuses études sont effectuées actuellement pour savoir dans quelle mesure ces raccordements seront nécessaires compte tenu des effets à long terme, par exemple l'agrandissement des fissures. Dans le cas des sources cohérentes, le bruit modal peut occasionnellement provoquer des valeurs inacceptables du taux d'erreur sur les bits. Afin de garantir que les performances des systèmes futurs ne seront pas limitées par une ou plusieurs de ces causes, il faudra recueillir encore un grand nombre de données.

(Langue originale: anglais)

Références

[1] Yamashita I. *et al.*—*J. des télécomm.* (UIT), **49**, *II*, p. 118 (1982)

[2] Lilly C. J. *et al.*—*Proc. 7th Eur. Conf. on Opt. Comm., Copenhagen (1981)*, p. 15.4-1

[3] Cottatellucci O. *et al.*—*J. des télécomm.* (UIT), **49**, *II*, p. 101 (1982)

[4] Schweiger G. *et al.*—ibid., p. 93.

[5] Lilly C. J.—ibid., p. 109

[6] Schwartz M. I. *et al.*—*Proc. of the IEEE*, **68**, *10*, p. 1214 (1980)

Conclusion

par

F. BIGI
Secrétariat du CCITT

et

G. BONAVENTURA
Azienda di Stato per i Servizi Telefonici
Ministère des Postes et Télécommunications
Italie

DEUX numéros spéciaux du *Journal des télécommunications*, celui de novembre 1981 et le présent numéro, ont été consacrés à l'utilisation des fibres optiques sur les diverses parties du réseau de télécommunication. Ils n'auraient pas pu être publiés sans la collaboration de leurs auteurs, suivie d'une harmonisation effectuée ensuite par un groupe de rédaction afin d'éviter les redites et de limiter chaque article à un seul sujet.

Le numéro de novembre 1981 était principalement consacré à l'analyse des composants optiques entrant nécessairement dans la constitution d'un système de télécommunication optique. Les articles qu'on y trouve traitent tout d'abord de quelques principes fondamentaux et aspects théoriques, puis contiennent des informations sur l'état actuel de la technique et un aperçu des tendances qui peuvent conduire à la mise en œuvre de systèmes complets de télécommunication optique.

Le présent numéro a un caractère plus pratique, puisqu'il est consacré aux applications possibles des fibres optiques dans les différentes parties constitutives du réseau de télécommunication. Concernant notamment l'introduction progressive des fibres optiques dans le réseau, les articles qu'il contient examinent cette question au point de vue de son calendrier et de ses aspects techniques et économiques.

La première conclusion générale que l'on peut tirer de cette série d'articles est que l'utilisation des fibres optiques pourra se révéler viable, des points de vue technique et économique, dans les différentes parties d'un réseau de télécommunication, à savoir dans les réseaux locaux et ruraux, dans les réseaux de jonction et dans les réseaux interurbains et dans les liaisons en câbles sous-marins. Le calendrier de leur mise en œuvre dépend plutôt de considérations d'ordre national, des priorités établies et des différents programmes de planification, mais il se peut aussi que l'introduction des fibres optiques modifie quelque peu les principes fondamentaux touchant au réseau de télécommunication. Il n'en demeure pas moins que les fibres optiques sont

susceptibles de faciliter la mise en œuvre progressive de nouveaux services dans le réseau et, en fin de compte, de jouer un rôle déterminant dans la réalisation du futur réseau numérique avec intégration des services (RNIS) mondial.

Les travaux de normalisation déja entrepris par le CCITT et par d'autres organisations internationales — travaux partiellement évoqués dans les divers articles des deux numéros spéciaux — au sujet des divers éléments constitutifs d'une liaison en fibres optiques (fibres, sources, connecteurs, détecteurs, méthodes et instruments de mesure, systèmes optiques, etc.) pourraient déjà servir d'orientation générale aux administrations et exploitations privées reconnues en matière de planification et d'installation de systèmes en fibres optiques.

Dans ces articles, on trouve aussi des éléments qui, en principe, ne pourraient pas entrer dans le cadre d'une normalisation internationale car ils se rapportent plutôt à des cas d'espèce et à des solutions caractéristiques de tel ou tel réseau national de télécommunication. Ces éléments n'en sont pas moins d'une importance fondamentale pour les responsables de l'évolution d'un réseau particulier.

Un examen des articles de cette seconde série fait apparaître par exemple que, pour tirer le meilleur parti de ces nouveaux supports de transmission, il ne suffit pas d'en prévoir l'insertion pure et simple dans la structure existante en les substituant aux câbles ou aux faisceaux hertziens traditionnels, mais qu'au contraire on devra tenir compte d'autres considérations en vue de leur introduction dans le réseau.

S'agissant des réseaux locaux, il sera essentiel de prendre en considération les possibilités que peuvent offrir les fibres optiques en matière de transmissions à large bande, afin de répondre à la demande résultant de la mise en œuvre progressive de nouveaux services à l'intention de différentes catégories de clients.

L'installation progressive de systèmes en fibres optiques de capacité moyenne sur les réseaux de jonction, impliquant un coût par circuit relativement élevé par rapport aux systèmes traditionnels, pourrait entraîner une révision des règles de planification établies pour ces réseaux ainsi qu'une modification des principes d'acheminement des différents circuits, permettant de tirer le meilleur parti des diverses installations.

La mise en œuvre de systèmes en fibres optiques, en particulier de ceux qui utilisent des fibres monomodes, dans les réseaux interurbains pourrait être à l'origine d'une véritable révolution due à la fois au potentiel de transmission très élevé des fibres optiques et à la grande largeur de bande dont elles permettent de disposer.

Enfin, l'introduction des fibres optiques dans le secteur des câbles sous-marins, que l'on peut considérer comme un élément constitutif du réseau à grande distance, est plus que prometteuse; en fait, le plus grand espacement entre répéteurs obtenu avec les fibres optiques serait particulièrement avantageux sur les câbles sous-marins. Cependant, il faudra peut-être là aussi revoir les règles traditionnelles de planification, puisque la possibilité d'aménager plus d'une fibre dans un câble sous-marin offre plusieurs possibilités de branchement et que l'on peut répartir les différentes fibres d'un même câble entre les divers terminaux.

L'apparition de nouveaux schémas de modulation, tels que le multiplexage par répartition en longueur d'onde (MRL), permettrait d'accroître la capacité des systèmes dans toutes les parties du réseau. Cependant, il est nécessaire de faire des études plus poussées pour évaluer, dans chaque cas d'espèce, l'avantage réel que présentent des systèmes de capacité aussi élevée, compte tenu des objectifs de disponibilité qui s'y rapportent et de la nécessité de disposer d'acheminements par voie détournée et d'installations de réserve.

Pour toutes sortes d'applications destinées au réseau de télécommunication, il faut observer qu'avec les systèmes traditionnels en câbles à paires coaxiales, on pouvait se fier à des valeurs données des caractéristiques de transmission (par exemple l'affaiblissement), alors que, dans le cas des câbles en fibres optiques, les caractéristiques de transmission sont spécifiées par des ordres de grandeur, ce qui aboutira à de nouvelles règles pour la planification des fibres optiques et pour leur installation. Il faudra notamment prévoir certaines marges dues au fait que ces caractéristiques de transmission, de même que les composants optiques des systèmes, risquent de subir des variations dues au vieillissement, au besoin éventuel de réparations, à l'introduction possible de systèmes futurs de capacité supérieure. Par exemple, l'introduction de la technique de multiplexage par répartition en longueur d'onde entraînera une certaine consommation de puissance optique dans les coupleurs, ce dont il faudra tenir compte dans le calcul de la puissance totale requise lors de la planification initiale de tels systèmes optiques.

Cependant, il ne fait guère de doute que le temps et l'expérience acquise dans les divers pays fourniront une réponse positive à ces questions, permettant ainsi de mieux définir les problèmes inhérents à l'introduction de fibres optiques dans les différentes parties des réseaux existants. Le contenu des articles publiés dans les deux numéros spéciaux du «Journal des télécommunications» donne déjà des indications à cet égard et fournit des directives qui dépassent, en général, le cadre des travaux ordinaires de normalisation. La Commission d'études XV du CCITT a accepté de revoir le texte de ces articles au cours de la période 1981-1984, de manière à tenir compte des progrès les plus récents de la technique et à aboutir à un texte dont la valeur soit reconnue sur le plan international. On espère que le texte final, qui fera l'objet d'une publication de l'UIT, sera une référence solide pour ceux qui seront responsables de la planification et de la mise en œuvre progressive des systèmes en fibres optiques dans le réseau de télécommunication.

(Langue originale: anglais)

Numéros spéciaux «fibres optiques» — Bulletin de commande

Je désire recevoir:

— le numéro spécial sur les **Composants optiques** (novembre 1981), prix: 15 fr.s.

— le numéro spécial sur les **Systèmes et applications** (février 1982), prix: 15 fr.s.

(inscrire une seule lettre par case)

Langue F E S

16 1 17 Administration/Organisation/Compagnie/Nom: 49

Nombre d'exemplaires:

16 2 17 Adresse: 49

Signature: _____

Date: _____

Nouvelles

Création d'un haut enseignement de télématique

☐ En France, l'Ecole nationale supérieure des télécommunications (ENST) et l'Ecole supérieure d'électricité (ESE) se sont associées pour créer un haut enseignement sur le thème «Télématique, Système d'information, Réseaux de communications».

Son but est de donner à des ingénieurs occupant des postes de responsabilités et à des directeurs d'entreprises une formation de haut niveau, très complète sur tous les aspects de la télématique: aspect technique avec le point le plus récent sur l'informatique, les télécommunications, la conception et la mise en œuvre des réseaux, aspects économiques et sociologiques avec l'étude des divers impacts de la télématique sur la vie de l'entreprise, aspects politiques à travers une confrontation des points de vue des différents partenaires.

Cet enseignement, dont la première session s'étend de février à décembre 1982 comprend 38 modules d'une demi-journée groupés en blocs de un à deux jours toutes les deux semaines.

La qualité des conférenciers répond à l'ambition du programme: 28 hautes personnalités assistées de plus de 120 spécialistes participent à l'enseignement.

L'apport des télécommunications à l'informatique, l'introduction de l'informatique dans les télécommunications, l'apparition des réseaux de communications peuvent modifier profondément le fonctionnement des entreprises et des administrations. L'implantation de la télématique dans l'entreprise pose de nombreux problèmes: techniques, économiques, humains.

Ce haut enseignement, qui se déroule à temps partiel, apportera une aide importante à tous ceux qui, de par leur fonction, ont à compter avec la présence croissante et inéluctable de la télématique, aussi bien dans les entreprises publiques ou privées que dans les administrations.

Pour tous renseignements: «ESE, Direction des études, Plateau du Moulon, F-91190 Gif-sur-Yvette. Tél.: (6) 941 80 40» ou «ENST, Service de la formation continue, 46, rue Barrault, F-75634 Paris Cedex 13». Tél.: (1) 580 40 80. Télex: 200914.

Bermudes: numérisation du téléphone

☐ La *Northern Telecom International Limited* (Canada) et la *Bermuda Telephone Company Limited* ont signé un contrat de neuf millions de dollars canadiens pour la modernisation du réseau de télécommunication des Bermudes. Le contrat prévoit le remplacement de la technique analogique par la technique numérique, dans un délai de deux ans.

Les responsables de Northern Telecom font remarquer que ce sera la première fois qu'un réseau de télécommunication national passera de la technique analogique traditionnelle à la technique numérique. Une fois la conversion achevée, il subsistera dans le réseau des Bermudes un seul commutateur analogique, commandé par ordinateur.

Le contrat stipule l'installation de plus de 22 000 lignes équivalentes.

Les nouveaux équipements comprennent un commutateur *DMS-100/200* pour exploitation combinée (locale et grande distance), avec une capacité de 6000 lignes. Un supplément de 5800 lignes sera fourni par deux modules périphériques. Sont prévus également un commutateur local *DMS-100* à 6000 lignes et deux autres modules périphériques qui fourniront encore 4800 lignes.

Le système comporte aussi 20 positions d'opératrice assistées par ordinateur pour améliorer l'efficacité d'établissement des communications à grande distance.

Les commutateurs et les modules périphériques seront installés en six points de l'île. Ils seront reliés par des systèmes à transmission numérique, fournis par la compagnie canadienne. — *Northern Telecom.*

Irlande: combineurs téléphone/télex

☐ Le Département des postes et télégraphes de l'Irlande a commandé à *Telectron Limited* 1100 combineurs téléphone/télex.

Ces dispositifs permettront à l'administration d'utiliser ses lignes téléphoniques d'abonné simultanément pour le service télex et le service téléphonique.

Le principe de fonctionnement du système consiste en une légère diminution de la largeur de bande du circuit téléphonique (à 2,7 kHz), le reste de la largeur spectrale (jusqu'à 3,4 kHz) servant à l'établissement d'un circuit télégraphique duplex normal à 50 bauds. — *Telectron.*

La Suisse commande des équipements de commutation numérique

☐ La Suisse a décidé de mettre en œuvre la commutation numérique pour son trafic à grande distance. Dans cette perspective, les PTT suisses ont commandé à *Siemens-Albis* un central *EWSD* pour l'acheminement du trafic téléphonique intercontinental. Le central sera construit à Zurich-Herden et sa mise en service devrait intervenir à la fin de 1983. Dans un premier temps, sa capacité installée sera de 2400 lignes, mais il est prévu de la porter ultérieurement à 16 000 lignes.

Compte tenu de cette commande des PTT suisses, Siemens a reçu jusqu'à présent des commandes de dix pays pour le système de commutation numérique EWSD. Ces pays sont la République fédérale d'Allemagne, l'Argentine, l'Autriche, l'Egypte, la Finlande, la Grèce, la Libye, les Philippines, la République Sudafricaine et la Suisse. — *Siemens.*

L'Arabie Saoudite commande des équipements de commutation

☐ L'Arabie Saoudite vient de compléter de manière substantielle les commandes qu'elle avait déjà passées à *LM Ericsson* et à *Philips* pour son très important projet de développement téléphonique. Les nouvelles commandes portent sur des équipements de commutation numérique *AXE* (14 000 lignes) et *PRX* (27 000 lignes) destinés à de nouveaux centraux locaux, sur l'agrandissement de centraux locaux et de centres de transit existants, enfin sur l'achat de plus de 50 000 appareils téléphoniques Ericsson du type *Diavox*. A cela s'ajoutent des commandes pour un important volume d'installations extérieures.

Le montant total des commandes qui viennent d'être reçues par la coentreprise Philips/LM Ericsson en Arabie Saoudite s'élève à près de 200 millions de dollars des Etats-Unis.

A ce jour, les commandes passées par l'Arabie Saoudite à Ericsson et Philips au cours des quatre dernières années, pour l'exécution du projet national de développement téléphonique, se montent à plus de 4 milliards de dollars. — *LM Ericsson.*

Le Royaume-Uni commande des centraux téléphoniques

☐ *British Telecom* annonce qu'elle envisage de passer des commandes à trois constructeurs britanniques pour un montant de 600 millions de livres sterling.

Cette dépense, qui sera étalée sur les trois années 1982-1985, est prévue pour l'achat de 190 centraux *TXE4A* et l'extension de 54 centraux en service. Le matériel sera installé dans des villes disséminées sur tout le territoire de la Grande-Bretagne: Londres, Manchester, Liverpool, Leeds, Brighton, Belfast, York, Reading, Colchester, Taunton, Nottingham et Norwich.

Les trois sociétés qui recevront ces commandes sont *Standard Telephones and Cables Limited, Plessey* et *GEC.* Elles ont déjà reçu des commandes pour des centraux TXE4A, s'élevant à 225 millions de livres. — *British Telecom.*

INMARSAT apporte son appui à des travaux de recherche sur les télécommunications par satellites

☐ L'Organisation internationale de télécommunications maritimes par satellites finance un programme de recherche et de développement qui vise à améliorer ces télécommunications et à rechercher de nouvelles utilisations pour celles-ci. Un crédit de 1,5 million de dollars des Etats-Unis a été engagé pour l'exécution de ce projet en 1982.

INMARSAT est un organisme composé de 36 pays, créé pour mettre en place un système mondial de télécommunications maritimes par satellites au service des navires et des installations de forage en mer. Le nouveau système, dont l'exploitation doit commencer le 1er février 1982, prendra la relève de l'actuel système MARISAT, qui est la propriété des Etats-Unis.

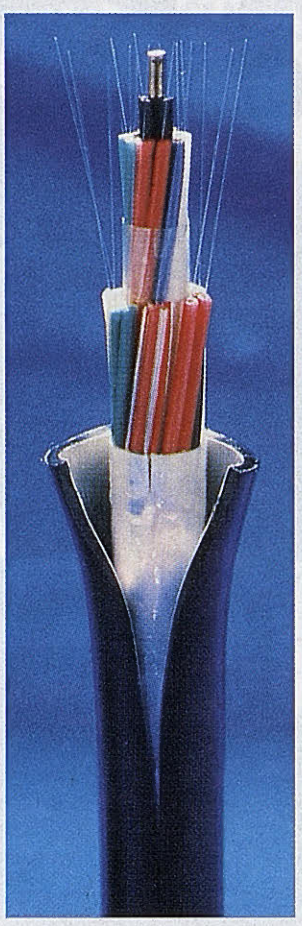
INMARSAT apportera son soutien à des travaux de recherche et de développement dans des domaines qui offrent les perspectives suivantes:

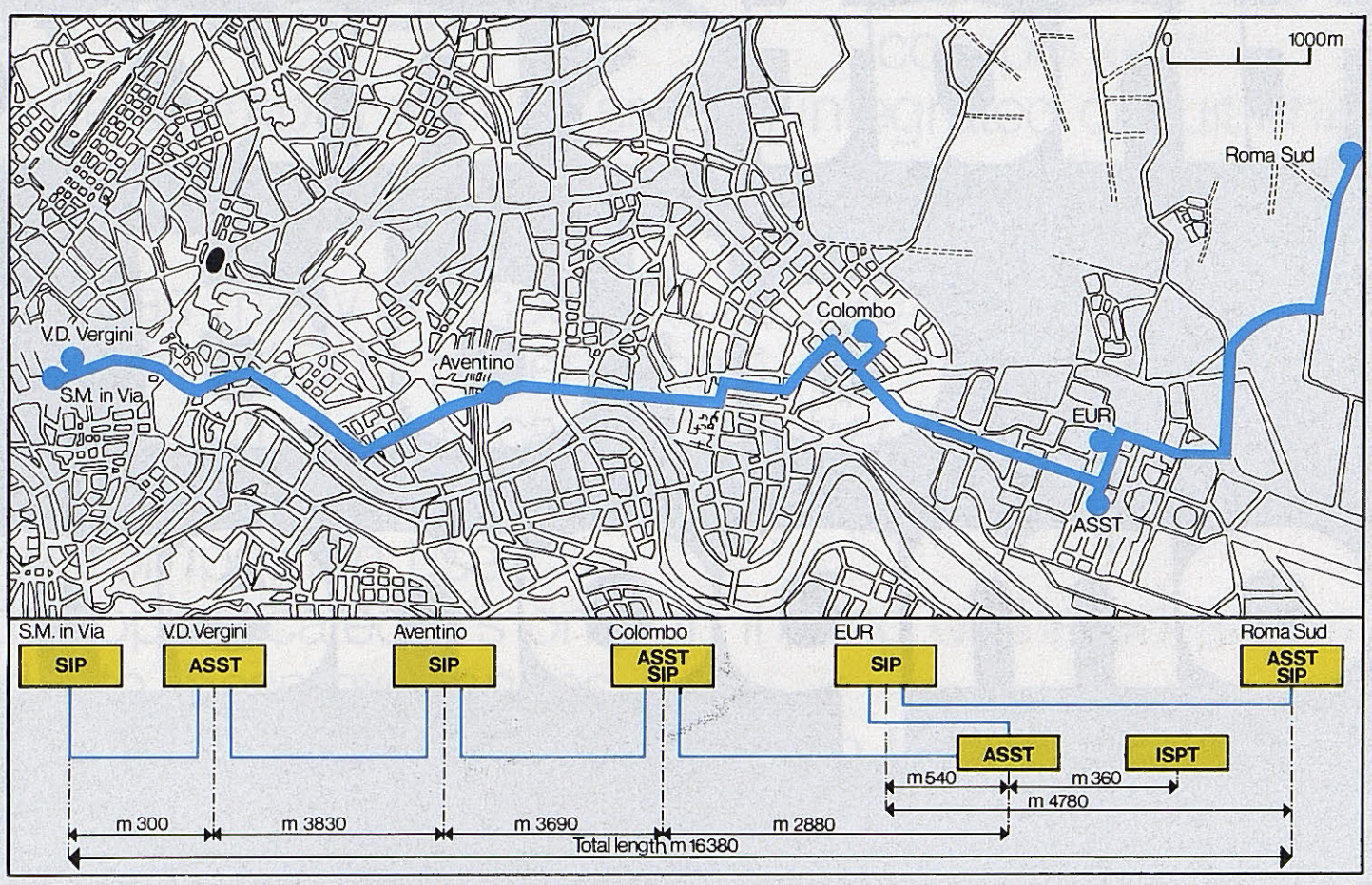
— améliorer l'efficacité des télécommunications maritimes par satellites;
— abaisser le prix de revient du secteur spatial, des stations terriennes de navire et des stations terriennes côtières;
— permettre l'introduction de nouveaux services;
— améliorer les possibilités du système INMARSAT en matière de communications de détresse et de sécurité;
— étendre la couverture du système INMARSAT.

PIRELLI OPTICAL CABLE TECHNOLOGY AT YOUR SERVICE

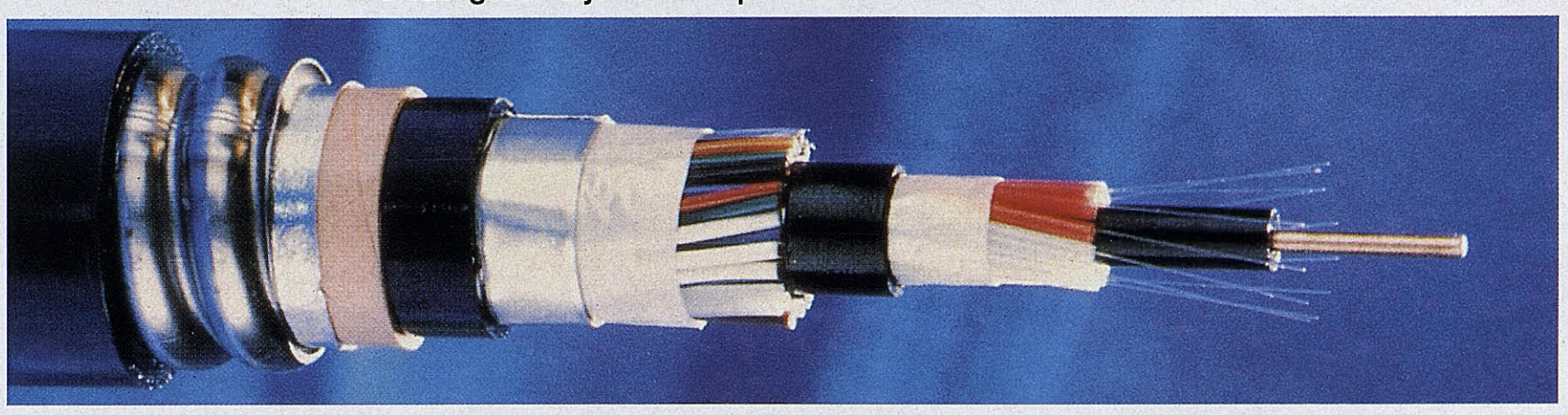
Cables for the rural network
Junction cables
Long distance cables

Optical cable for aerial installation in a difficult environment





Underground junction optical cable for Roma-Eur link



Underground long distance optical cable for Padova-Mestre link

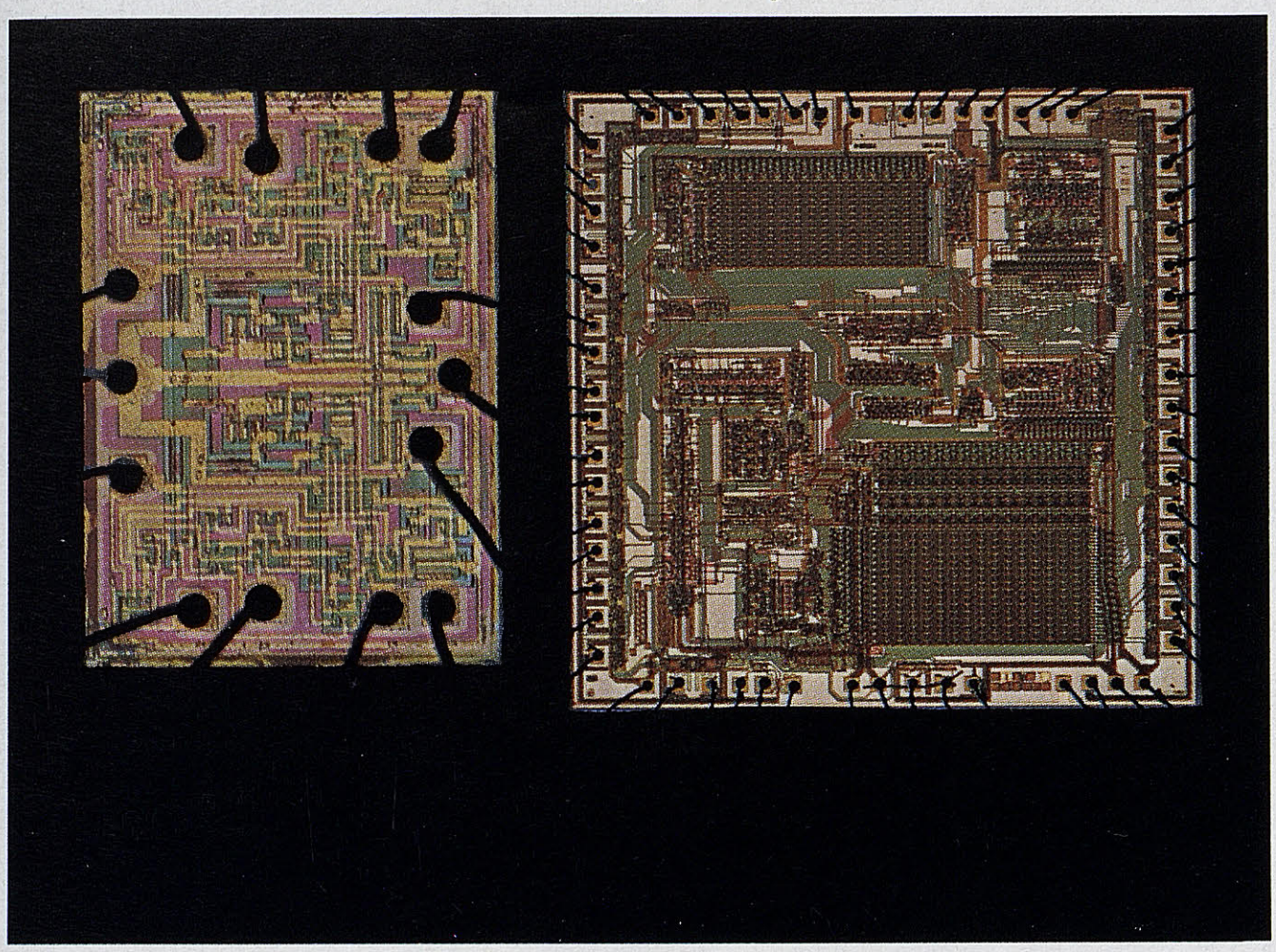
PIRELLI

Società Cavi Pirelli spa
Telecommunications Group
20126 Milano - Viale Sarca, 202
Phone (02) 64421 - Telex 310135 PIREMI I

How new can a telephone system be that's made of old components?

In many countries today, telephone authorities are looking at new telephone exchanges.

And understandably, they want the latest, most sophisticated technology.



Both are chips, but the similarity ends there. The System 12 chip (right) has 11,500 transistors with circuitry on a chip only 5.9mm square.

What many countries are learning, though, is that not every telephone exchange that parades as "new" really is new.

And a good test is the components the exchange is built with.

Now in the case of ITT's new System 12,™ we've incorporated a lot of new technology—much of it radically new—in architecture and components.

To take just one example, we use sixteen integrated circuit chips like the one pictured here in a digital switching element that's 25 centimeters square.

This beauty has as many connections as 220 racks of crossbar switches (enough to fill a 15x15 meter room).

And another of our tiny chips can remember 64,000 bits of information—*four times* as much computer memory as the 16 kilobit chips some of the competition uses.

If this sounds sophisticated, it's only an inkling of the advances we've engineered into these exchanges.

For the fact is, ITT created this entire system from the perspective of tomorrow's requirements—and the ultimate information delivery system that we call Network 2000.™

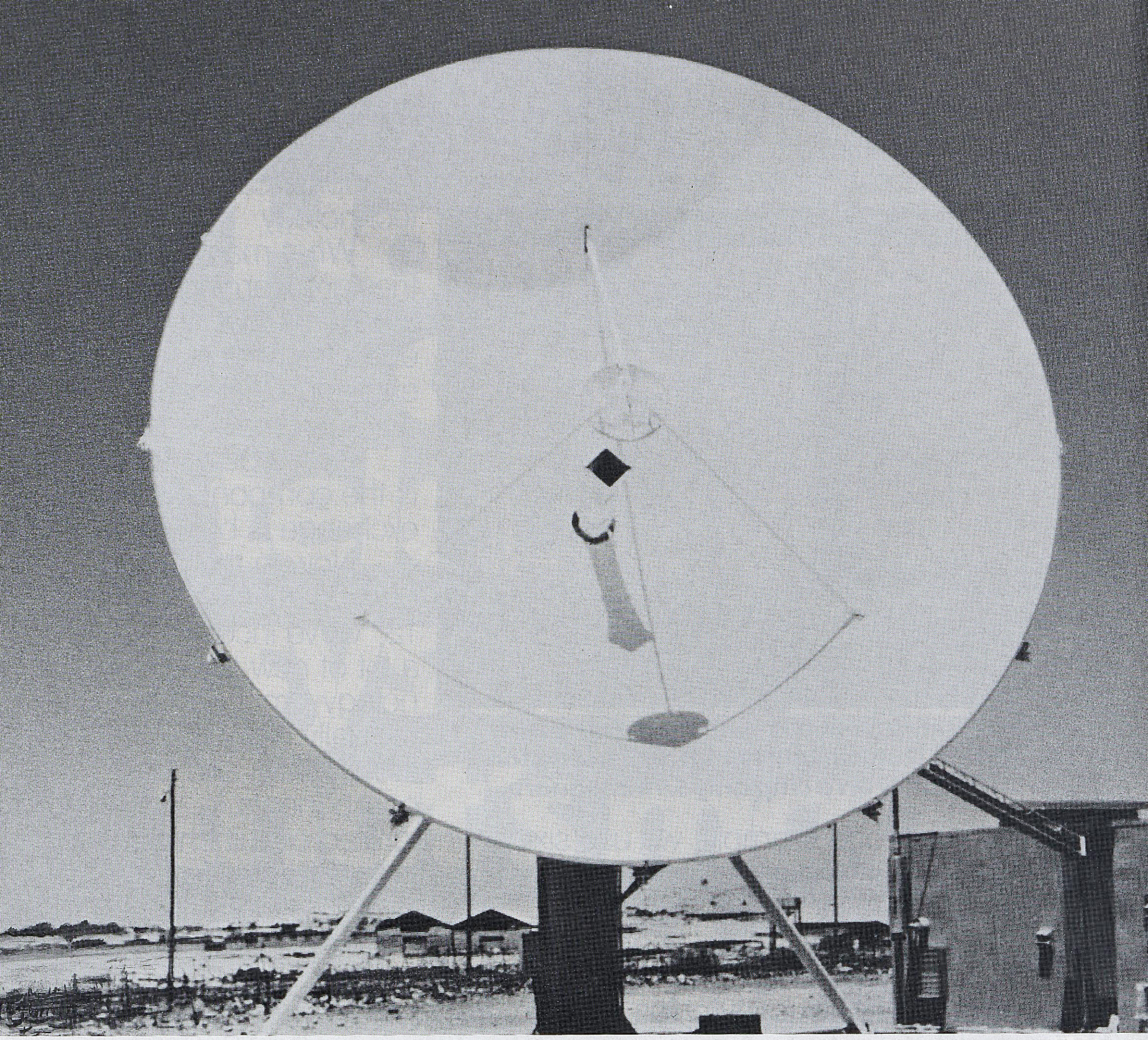
In this rapidly changing world, the future of any country depends on technology.

Which makes System 12 and its unique technology well worth a special look.

ITT

ITT NETWORK 2000

© 1981 International Telephone and Telegraph Corporation, 320 Park Avenue, New York, N.Y. 10022, USA.



Who's bringing telephones and television to people in the Sahara...

GTE, the worldwide communications people.

More than 90% of Algeria is desert, with towns as much as 1600 km apart. But the Sahara is home for a half-million Algerians, and the government wanted to bring them both telephone and television.

A study concluded that a satellite communications system would cost about a third as much as a microwave system. GTE International Systems Corp. was selected to design and install the system.

The network comprises a master station near Algiers and earth stations at 14 other Algerian cities. The success of this pioneering service has led to a dramatic increase in satellite communications for intracountry use.

Across the South Atlantic, other GTE products are at work for the Chilean telecommunications

and helps Cristina Velez call her mother in Santiago?

agency. These are three GTD-1000 computer-controlled digital switching systems. One, in the coastal city of Iquique in northern Chile, has been given the unusual assignment of switching toll calls from public telephones.

Another, in Santiago, is used for similar work. A third, below the Strait of Magellan on the desolate island of Tierra del Fuego, serves an oil company's private communications needs, linking all locations via both microwave and satellite.

From telecommunications at the bottom of the world to taking messages out of the world, to satellites, GTE has the experience, the products and the capability to help you. For any requirements, contact Marketing Services, GTE Communications Products, One Stamford Forum, Stamford, Connecticut 06904, USA. Telex 965821.

GTE **Communications Products**

SIEMENS

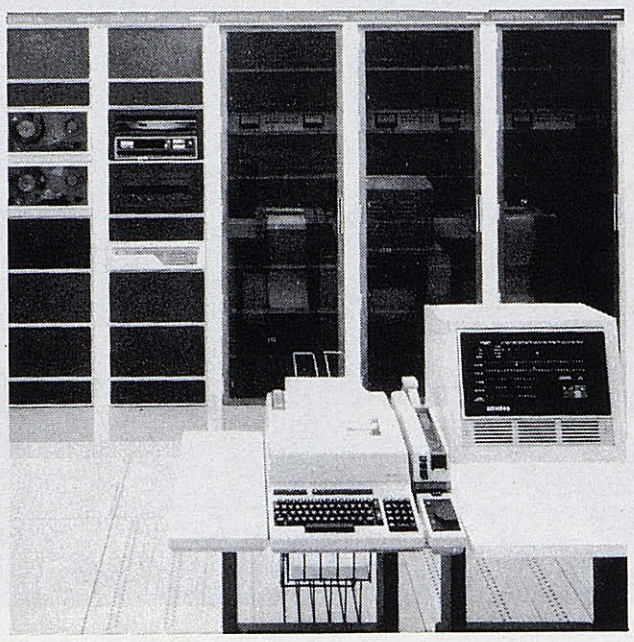
Key to full-range

Digital technology: first and last word in communications

In the future the telephone will continue to be the chief technical means of communication between individuals. At the same time the importance of text, picture and data transmission is steadily increasing. But only the expansion and combination of these services can give users access to the full range of possibilities offered by electronic communications. Digital networks are the basis for optimally realizing all the benefits of the new communication media. They're the key to total communication, today and tomorrow.

Siemens supplies all equipment for digital public networks

Siemens has everything it takes to build the most modern communication networks going. Digital switching systems for speech, text, pictures and data. Digital transmission equipment. High-capacity communication cables. All the components, all the systems, all the expertise. It's the unique Siemens advantage: components, computer, and communications engineering under one roof.



In the modular and extremly flexible EDX circuit switching exchange, each switching block has a capacity of 4,032 subscriber and trunk lines with a throughput rate of approximately 400,000 characters/second.

Example:
Siemens EDX and EDS systems for text and data communication

Digital text and data networks were the first international applications of digital technology. From the start, Siemens was a leader in their development and construction. The Siemens EDX text and data switching system for small-to-medium exchanges is modular, and therefore easily expandable. New subscriber services and features need not be incorporated immediately. Thanks to the superior system concept, capabilities for every conceivable switching-oriented task can be added later, as needed. For medium-to-large circuit and message switching centers, the globally-proved Siemens EDS system is recommended.

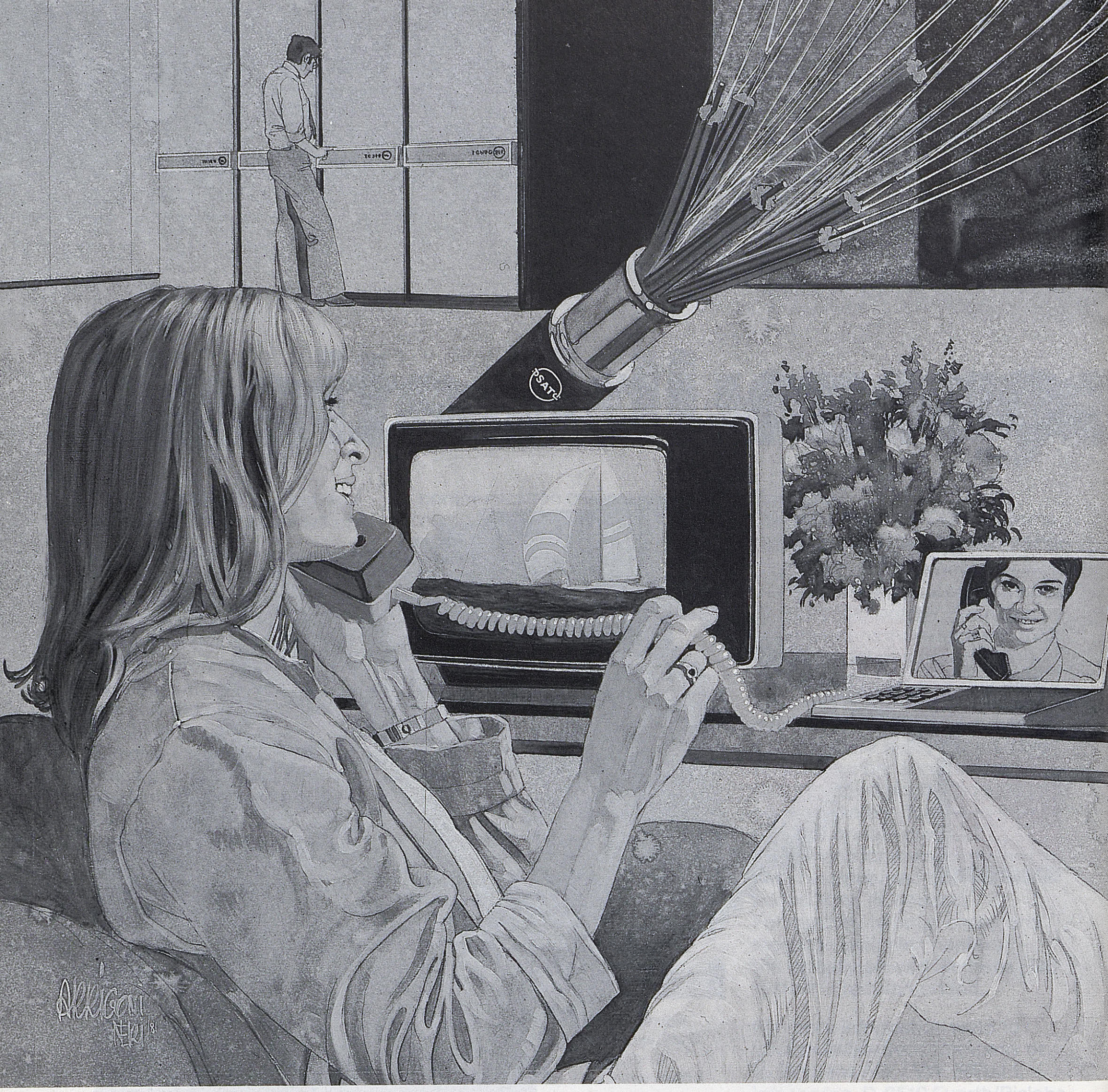
For more information write to your local Siemens Company or to Siemens AG, ZVW, 85/UJ 1, Infoservice, D-8510 Fuerth/Bislohe, Federal Republic of Germany.

The Digitals from Siemens
Complete networks from a

communications

gle source

K ÖN 8103.101



PREMIÈRE MONDIALE SAT A BIARRITZ

6 000 familles vont se parler en visiophonie

La SAT va réaliser* le premier câblage d'une ville par fibres optiques, dans le cadre d'un contrat passé par le Ministère des PTT. Le but est de permettre aux abonnés de communiquer par visiophone, de recevoir une gamme étendue de programmes de télévision et de son hi-fi et de disposer, simultanément, des nouveaux services télématiques.

Les avantages de la fibre optique, cheveu de verre dans lequel se propage un rayon laser, sont multiples : indifférence aux parasites électromagnétiques, encombrement très réduit, débit d'informations beaucoup plus élevé, possibilité de transmission simultanée de la voix, de données informatiques et d'images TV.

Outre les fibres optiques, les chercheurs et techniciens de la SAT explorent également les domaines avancés de l'électronique et des télécommunications : applications de l'infra-rouge, lasers, multiplexages d'informations complexes, compression d'images, télématique, télébureautique...

Dès à présent, dans chaque secteur des télécommunications (téléphonie, téléinformatique, transmission par câbles, faisceaux hertziens, satellites), la SAT rend les techniques de pointe fiables, simples et économiques.

Première société française dans le domaine des techniques temporelles numériques, la SAT permet à l'abonné résidentiel d'accéder aux services multiples des réseaux de télécommunications du futur.

SAT

Société Anonyme
de Télécommunications
41, rue Cantagrel
75624 Paris Cedex 13
Tél. 582.31.11
Télex 250054 Telec Paris

* en collaboration avec LTT

Une partie du programme sera exécutée par l'Organisation INMARSAT elle-même, le reste sera sous-traité.

Les sujets les plus importants à l'étude sont les suivants: extension de tous les nouveaux services de télécommunications pouvant être mis à la disposition des usagers exploitant des installations terrestres et mobiles; caractéristiques à prévoir pour un système nouveau et très perfectionné destiné aux communications de détresse et de sécurité; nouveau terminal de navire normalisé pour les utilisateurs ayant besoin de plusieurs voies (par exemple, les installations de forage en mer); principes à mettre en œuvre pour la prochaine génération de satellites INMARSAT.

Les études porteront également sur les caractéristiques d'une station terrienne pouvant être installée sur les navires de très faible tonnage et destinée principalement aux communications télex et aux transmissions de données à vitesse réduite. Ce terminal pourrait aussi présenter de l'intérêt pour d'autres stations mobiles, par exemple les aéronefs.

Dans le cadre de ce programme de recherche et de développement, INMARSAT a décidé de mettre à disposition une certaine capacité de son secteur spatial, pour des communications expérimentales avec des aéronefs et des véhicules terrestres. — *INMARSAT.*

Mise aux enchères pour la location de répéteurs de satellite: plus de 90 millions de dollars

☐ Les droits de location de sept répéteurs du satellite de télécommunication *Satcom-4*, de la *RCA American Communications, Inc.*, ont été mis aux enchères récemment à New York. Les enchères ont rapporté au total 90,1 millions de dollars des Etats-Unis.

Les offres retenues pour la location d'un seul répéteur se sont échelonnées entre 10,7 et 14,4 millions de dollars. La RCA conservent pour son propre usage 17 répéteurs de ce satellite, qui a été lancé de cap Canaveral le 15 janvier 1982. — *RCA.*

Un système vidéo à fibres optiques pour British Telecom

☐ *Marconi Communication Systems Limited* a reçu un contrat pour la fourniture à *British Telecom* de terminaisons locales à fibres optiques destinées au réseau expérimental des services vidéo commerciaux.

Pendant de nombreuses années, l'accès des abonnés aux services vidéo a été gêné par la difficulté de transmettre les signaux vidéo sur les connexions locales. Marconi Communication Systems vient de mettre au point un système de terminaison locale à fibres optiques, constitué par un ensemble émetteur-récepteur qui fonctionne sur une paire de câbles à fibres optiques. On peut obtenir ainsi des communications visuelles bidirectionnelles en utilisant un système vidéo classique en monochrome à 625 lignes.

British Telecom envisage de mettre en place un réseau expérimental, qui transmettra des signaux de télévision comprimés sur les circuits interurbains, entre Londres et plusieurs autres grandes villes. Dans chacune de ces villes, il y aura un ou plusieurs centraux vidéo qui permettront aux usagers d'avoir accès soit aux installations d'autres usagers raccordés au même central, soit à des usagers reliés aux réseaux locaux des autres villes faisant partie du système. Certaines des connexions locales entre les installations des abonnés et les centraux locaux seront réalisées sur fibres optiques, par application de cette nouvelle technologie Marconi. — *Marconi.*

Un rapport sur l'industrie des systèmes à fibres optiques

☐ Des prix en baisse, la résolution des problèmes techniques et des efforts concertés des groupes industriels en vue d'une normalisation — tels sont les ingrédients de l'expansion rapide que l'on prévoit dans le marché des fibres optiques. Des coentreprises internationales se multiplient et contribueront à introduire cette technique sur de nouveaux marchés. En même temps, cependant, les conditions de la concurrence deviennent plus difficiles, et il est probable qu'on assistera à une redistribution. Telles sont les constatations que l'on trouve dans une analyse de marché rendue publique par *Creative Strategies International* (CSI), firme mondiale de consultants spécialisée dans les études de marché.

En 1986, les ventes de câbles, fibres, émetteurs, détecteurs et connecteurs/coupleurs s'élèveront à 930 millions de dollars des Etats-Unis, ce qui correspondra à un taux de croissance annuel global de 45%. Ces chiffres sont particulièrement éloquents, si l'on considère que, pendant la même période, les prix de presque tous les composants sont appelés à décroître à raison d'environ 30% par an.

Il y aura une croissance pour tous les produits utilisés dans cette technique, mais c'est dans le domaine des câbles que les ventes vont augmenter le plus. Les experts de CSI prévoient qu'à la fin de la période considérée, les câbles représenteront plus de la moitié du chiffre d'affaires total de cette industrie. Une analyse plus fine révèle que les câbles à fibre unique et les câbles multifibres à saut d'indice accuseront une diminution en pourcentage sur l'ensemble du marché des câbles.

En matière d'émetteurs, on s'attend à une importante augmentation en pourcentage des ventes de LED à grande longueur d'onde et de tous les types de lasers à semi-conducteur. Par contre, en chiffres absolus, les ventes de ces composants seront très inférieures à celles des LED à onde courte.

Pour ce qui est des données géographiques du marché des fibres optiques, les experts de CSI prévoient une stabilisation relative de la taille des cinq grands marchés: Etats-Unis, Canada, Japon, Europe occidentale et le reste du monde. C'est dans les pays les moins développés que la rapidité d'expansion du marché sera la plus grande; dans ces pays, le volume des installations à fibres optiques va s'accroître à raison de presque 73% par an.

On obtient des données supplémentaires sur ce marché en analysant les opérations des industries qui utilisent les systèmes à fibres optiques. Parmi ces industries, les télécommunications conserveront leur position de marché prédominant, se classant parmi ceux dont la croissance sera la plus rapide. Avec un taux de croissance annuel de plus de 50%, les télécommunications absorberont d'ici à 1986 un supplément de 6% du marché total. Les communications vidéo sont, elles aussi, appelées à une croissance spectaculaire.

Le rapport contient des prévisions de marché jusqu'en 1986, en nombre d'unités et en dollars, réparties par catégories de produits, par secteurs industriels utilisateurs et par zones géographiques. A l'intérieur de chaque catégorie de produits, l'analyse est subdivisée par types de composants.

Le rapport, intitulé *Fiber Optics,* contient également une analyse des données de la concurrence et l'exposé des stratégies commerciales suivies par les principaux constructeurs. Il est vendu au prix de 1200 dollars et on peut l'obtenir en s'adressant à: «Creative Strategies International, 4340 Stevens Creek Blvd., Suite 275, San Jose, CA 95129 (Etats-Unis)». — *CSI.*

En France: création d'une société pour les fibres optiques

☐ Dans le but de poursuivre et de développer les réalisations en France dans le domaine des fibres optiques et de constituer, conformément aux vœux de l'Administration française des PTT, un pôle industriel capable d'exporter sur le marché international, Saint-Gobain et Thomson-CSF ont réuni leurs moyens techniques et industriels et ont créé la société Fibres optiques industries, en association avec *Corning Glass Works.*

Le capital de Fibres optiques industries qui s'élève à 33 millions de francs français est réparti ainsi: 60% à la compagnie financière pour les fibres optiques (elle-même détenue à 51% par Quartz et Silice et à 49% par les Lignes télégraphiques et téléphoniques (LTT)) et 40% à *Corning Investment.*

Fibres optiques industries dispose de deux centres industriels, l'un à Conflans-Sainte-Honorine (Yvelines) apporté par LTT, filiale de Thomson-CSF, l'autre à Pithiviers (Loiret) apporté par Quartz et Silice, filiale de Saint-Gobain. — *Thomson-CSF.*

Création au Québec d'un centre de recherche sur les banques de données vidéotex

☐ M. Francis Fox, ministre fédéral des Communications du Canada, a signé un accord avec M. J. Bernard Lavigueur, président de l'Ecole polytechnique de Montréal, et M. David Whiteside, président de *Digital Equipment of Canada Limited,* pour l'implantation au Québec d'un centre de recherche sur les banques de données *Télidon.*

Télidon est le système vidéotex conçu et réalisé par le ministère fédéral canadien des Communications.

En mettant en commun leurs ressources spécialisées, les trois organisations entendent créer un centre de très haut niveau pour la recherche relative aux systèmes vidéotex. Le ministère fédéral des Communications mettra à la disposition de l'Ecole polytechnique un terminal d'usager, un terminal pour création de pages et les services d'experts spécialisés pour la coordination du projet. Celui-ci débouchera sur la création d'une banque de données qui comportera 10 000 pages d'informations (textes et éléments graphiques).

Les objectifs du projet sont les suivants: améliorer les banques de données et les programmes de logiciel, trouver des méthodes nouvelles pour organiser l'extraction de l'information, découvrir de nouvelles possibilités en matière de télééducation et de conception assistée par ordinateur. — *Ministère des Communications du Canada.*

Télématique: accord franco-italien

☐ Le 9 novembre 1981, un protocole a été signé entre la Direction générale des télécommunications du ministère français des PTT et le holding financier italien *Società Finanziaria Telefonica* (STET) dont le capital appartient en majorité à l'organisme étatique *Instituto per la Ricostruzione Industriale* (IRI). *Italtel SpA,* filiale de STET et premier fabricant italien de matériel de télécommunications, expérimente, dès janvier 1982, le système vidéotex français et cela pendant un an environ. — *Administration française.*

Pays-Bas: un système perfectionné pour la surveillance des autoroutes et la régulation de la circulation

☐ Un système moderne pour la surveillance des autoroutes et la régulation de la circulation a été mis en service sur l'autoroute nº 13, entre Rotterdam et La Haye. Réalisé par le Département de recherche sur la circulation routière, du ministère néerlandais des Routes et des Voies d'eau *(Rijkswaterstaat),* ce système a été conçu et mis en œuvre en coopération avec le Bureau «projets» de *Philips Nederland BV* et le Groupe «trafic» de *Philips' Telecommunicatie Industrie BV.* Tout l'équipement informatique a été fourni par *Philips Data Systems.*

Le système de l'autoroute nº 13 a été qualifié de projet de démonstration par le Groupe de coopération internationale Euro-Cost 30, où siègent des représentants de gouvernements européens chargés d'étudier des moyens électroniques capables d'améliorer l'écoulement de la circulation routière. Le nouveau système indique aux automobilistes les vitesses conseillées dans chaque voie de circulation, en fonction de l'intensité du trafic; ces renseignements sont donnés par des indicateurs «matriciels» avec systèmes à fibres optiques, placés au-dessus de chaque voie.

En cas d'accident, les indicateurs peuvent inviter les automobilistes à ralentir, ce qui réduit la probabilité de formation de bouchons et d'encombrements.

Le système mesure en permanence la densité du trafic; pour cela, il recueille des données par l'intermédiaire de détecteurs implantés à intervalles de 500 m sous la chaussée de l'autoroute. Ces données subissent un traitement préliminaire dans une station détectrice équipée de microprocesseurs et implantée sur le côté de la chaussée. L'information fournie par un maximum de trois stations détectrices est traitée par un mini-ordinateur en service dans une station «extérieure», ce qui donne une description succincte du trafic qui s'écoule sur un tronçon de voie de circulation. Cette information est recueillie par un ordinateur central, qui la traite pour donner une analyse complète de la situation sur l'autoroute, toutes les quatre secondes. Sur la base de cette information, le système peut décider de l'action à déclencher, par exemple limiter la vitesse ou émettre des avertissements. Ces actions peuvent être déclenchées automatiquement par le système, ou par l'opérateur du système qui se trouve dans une station de commande centrale située près de Delft. Les opérateurs sont en poste dans cette station 24 heures sur 24.

En cas de défaillances de câbles ou d'autres incidents de gestion du système, les stations extérieures peuvent actionner les panneaux de signalisation en fonction de leur propre programme de surveillance local du trafic. Il est prévu de mettre en service prochainement un second système près d'Utrecht, à Ouderijn, qui est le nœud autoroutier le plus important des Pays-Bas. — *Philips.*

Accord de radiodiffusion pour les Jeux olympiques d'été de Los Angeles (1984)

☐ A la suite de négociations menées à Los Angeles, un accord de principe a été conclu entre l'Union européenne de radiodiffusion (UER), le Comité d'organisation des Jeux olympiques de Los Angeles (LAOOC) et le Comité international olympique (CIO). Aux termes de cet accord, l'UER a acquis pour ses membres actifs les droits de radiodiffusion des Jeux olympiques d'été de Los Angeles 1984 dans 31 pays européens et méditerranéens.

Le contrat, dont le montant total s'élève à 19,8 millions de dollars des Etats-Unis, couvre la concession des droits et la mise à disposition de certains services et facilités.

Réuni le 25 novembre 1981, le Conseil d'administration de l'UER a approuvé les termes de l'accord, qui a été accepté également par le CIO et le LAOOC. — *UER.*

Transmission d'articles de presse par satellite

☐ En novembre 1981 ont commencé les premiers essais commerciaux de transmission d'articles de presse par satellite, avec utilisation de petites stations à antenne parabolique implantées dans les locaux de l'usager ou à proximité. A cet effet, on a installé dans la «City» de Londres, sur le toit de l'immeuble du *Financial Times*, une antenne de 3 m de diamètre et l'électronique d'accompagnement.

L'antenne rayonnera des données numériques d'impression fournies par le Financial Times vers un satellite expérimental européen, le satellite *OTS.* L'engin spatial retransmettra les données à destination de la maison d'impression du Financial Times, qui se trouve à Francfort.

En exploitation commerciale complète, ce service, auquel *British Telecom* a donné le nom de *Satstream*, permettra aux entreprises de presse de publier leurs journaux simultanément dans plusieurs villes disséminées sur tout le territoire de l'Europe occidentale.

L'impression simultanée des journaux en des lieux différents n'est pas chose nouvelle. Le Financial Times est imprimé à Londres et Francfort, le *Guardian* à Londres et Manchester, l'*International Herald Tribune* à Paris, Londres, Zurich et Hongkong. Jusqu'à présent, ces entreprises de presse transmettaient leurs données d'impression sur des lignes terrestres, à des vitesses réduites, si bien qu'il fallait compter environ trois heures pour transmettre une page.

Satstream présentera un certain nombre d'avantages par rapport au système actuel. Les instructions d'impression seront transmises presque 30 fois plus vite que dans le réseau commercial présentement en usage, et avec un taux d'erreur extrêmement faible. Les satellites auxquels on aura recours dans l'exploitation commerciale permettront de transmettre les pages de journaux à plusieurs villes séparées par des centaines de kilomètres, sans occuper une capacité de transmission supplémentaire dans les satellites. — *British Telecom.*

En bref...

☐ *Austria Microsystems International Ges.m.b.H.* (AMI), la nouvelle **filiale commune** de *VOEST-ALPINE AG* (Autriche), et *American Microsystems, Inc.* (Etats-Unis), au capital de 50 millions de dollars des Etats-Unis, a désigné les membres de son Conseil d'administration et choisi un emplacement près de Graz pour l'implantation de son usine de fabrication de composants à semiconducteurs.

Dans un premier temps, l'usine emploiera 400 personnes, mais son effectif définitif sera de 1200 personnes. — *AMI.*

☐ *Plessey Office Systems Limited* a mis au point plusieurs perfectionnements des autocommutateurs privés numériques, pour permettre aux utilisateurs actuels et futurs de ces systèmes d'**intégrer dans** leur **réseau téléphonique des communications de données, de textes et d'images.** Les nouveaux équipements seront commercialisés en 1982. — *Plessey.*

☐ *GTE Telenet* et la *Puerto Rico Telephone Company* ont ouvert conjointement un **service à commutation par paquets entre Porto Rico et le territoire continental des Etats-Unis,** avec un centre tête de ligne à commutation par paquets installé à San Juan. Ce centre, fourni par Telenet, permet la commutation par paquets sur le territoire de Porto Rico et pour les communications avec les îles voisines et le territoire continental des Etats-Unis. — *GTE Telenet.*

☐ L'*Empresa Nacional de Telecomunicaciones, SA* (ENTEL-CHILE), responsable de l'exploitation des communications interurbaines et internationales du Chili, a octroyé à la *GTE* un marché pour la modernisation de l'équipement de la **station terrienne** de Punta Arenas (Chili). Le nouvel équipement qui sera installé permettra à cette station de communiquer avec les satellites de la série *Intelsat-V*, lancés récemment. — *GTE.*

☐ Dans le domaine des réseaux de données qui constitue l'un des volets essentiels de développement des télécommunications, Thomson-CSF et Technique industrielle de Toulouse (TIT) ont décidé d'associer leurs efforts et de créer **un groupement d'intérêt économique (GIE).**

Ce groupement, qui prend le nom de THOMTIT, est constitué à parts égales et regroupera les équipes et les compétences industrielles des deux sociétés dans ce domaine. — *Thomson-CSF.*

Mutations...

...au Libéria

□ M. Abdulai S. Vandi a été nommé ministre des Postes et Télécommunications, en remplacement de M. George E. Saigbe Boley.

Informations techniques

« Seadog »

□ *Seadog* est un submersible télécommandé qui constitue la dernière acquisition de la flotte de *British Telecom*, chargé d'assurer la maintenance du réseau de câbles sous-marins qui relient la Grande-Bretagne aux îles périphériques, au reste de l'Europe et aux autres continents.

L'engin a été conçu pour les opérations d'enfouissage, d'inspection et de réparation des câbles sous-marins, jusqu'à une profondeur marine de 300 m. Le fonctionnement est commandé à partir d'un des trois navires câbliers de *British Telecom*, auxquels *Seadog* est relié par un cordon ombilical.

Selon les conditions régnant au fond de la mer, *Seadog* est capable de creuser des tranchées pouvant atteindre 1 mètre de profondeur, à raison de 2 milles nautiques par jour. Il est équipé d'une pompe à boue à grand débit et d'un ensemble de tuyères de creusement et de fluidification; cet équipement

820013

permet de protéger les câbles pendant les opérations d'enfouissage, beaucoup plus efficacement que les techniques employées jusqu'à présent.

Seadog est un engin extrêmement maniable. Il reste en plongée au-dessus du fond de la mer pour détecter la présence d'un câble enfoui, la détection se faisant par un procédé optique ou magnétique. Il emplit d'eau ses ballasts, jusqu'à obtention du poids de fonctionnement voulu, après quoi il se déplace sur le fond de la mer sur des chenilles. L'équipement utilisé pour la récupération et la réparation des câbles comprend des pinces et des cisailles.

Les essais en mer de *Seadog* (6,5 m de long, 4 m de large et 3,5 m de haut) commenceront au début de 1982. Notre cliché montre une maquette de l'engin avec, à l'arrière-plan, le câblier *Alert* de British Telecom et son commandant, le capitaine Lang. — *British Telecom.*

Un téléviseur couleur fonctionnant grâce à l'énergie solaire

□ Les usines de *Salora* viennent de mettre au point un téléviseur couleur fonctionnant avec l'énergie solaire. Le téléspectateur pourra regarder son récepteur couleur sans avoir recours aux accessoires traditionnels: câbles, contacts, etc., et cela grâce à une consommation extrêmement faible d'énergie (moins de 40 W). Un capteur solaire assurera parfaitement les besoins en énergie de ce téléviseur.

Salora a entamé des pourparlers avec une firme américaine pour la commercialisation de ces téléviseurs *IPSALO* au Proche-Orient. — *Finnfacts.*

LANCEMENTS DE SATELLITES NOTIFIÉS PENDANT LA PÉRIODE DU 18 OCTOBRE AU 20 NOVEMBRE 1981

Désignation Description de l'engin spatial	Numéro international	Pays Organisation Lieu du lancement	Date	Périgée* Apogée	Période* Inclinaison	Fréquences et puissances d'émission	Observations
Venera-13 2 panneaux solaires	1981-106-A	URSS (Baikonour)	30 oct.	trajectoire Terre-Vénus			Station interplanétaire automatique
Non communiquée	1981-107-A	Etats-Unis	31 oct.				
Cosmos-1317	1981-108-A	URSS	31 oct.	636 km 40 165 km	726 min 62,9°		Satellite d'alerte avancée
Cosmos-1318	1981-109-A	URSS	3 nov.	183 km 379 km	89,8 min 67,2°		Satellite de reconnaissance
Venera-14 2 panneaux solaires	1981-110-A	URSS (Baikonour)	4 nov.	trajectoire Terre-Vénus			Station interplanétaire automatique
STS-2 Navette spatiale *Columbia*	1981-111-A	Etats-Unis NASA (Eastern Test Range)	12 nov.	219 km 229 km	89,0 min 38,0°		Engin spatial réutilisable. Equipage: J. Engle et R. Truly. Objectifs: montrer que le véhicule de lancement est réutilisable, que des travaux de recherche théorique et appliquée sont possibles avec les appareils de l'*Office of Space and Terrestrial Applications* (OSTA-1), et mettre à l'essai le système de bras manipulateur. L'engin est revenu sur Terre le 14 novembre 1981. La mission a été écourtée en raison de la défaillance d'un générateur à pile à combustible

Désignation Description de l'engin spatial	Numéro international	Pays Organisation Lieu du lancement	Date	Perigée* Apogée	Période* Inclinaison	Fréquences et puissances d'émission	Observations
Cosmos-1319	1981-112-A	URSS (Plesetsk)	13 nov.	216 km 400 km	90,4 min 70,4°		Satellite de reconnaissance
51e Molnya-1 cylindre hermétique à extrémités coniques; masse: 1000 kg; 6 panneaux solaires	1981-113-A	URSS (Plesetsk)	17 nov.	472 km 39 117 km	702 min 62,8°	bande des 800 MHz 40 W (émission) bande des 1000 MHz (réception) 3400-4100 MHz (retransmission de télévision)	Télévision et radiocommunications multivoies
RCA-Satcom-3R satellite stabilisé sur 3 axes; 1,62 × 1,27 × 1,29 m; masse: 895 kg; 2 panneaux solaires	1981-114-A	Etats-Unis RCA Corporation (Eastern Test Range)	20 nov.	en orbite géostationnaire à 132°		2241,5; 2244,5 MHz 5 W 2237,5 MHz 2,5 W	Satellite de télécommunications national des Etats-Unis. Transporte 24 émetteurs-récepteurs, dont chacun est capable d'écouler 1200 circuits de qualité téléphonique, un canal de télévision en couleur ou plus de 60 Mbit/s de données

* Données orbitales initiales.

Sources: COSPAR, NASA, presse spécialisée.

Equipements nouveaux

Une nouvelle série de commutateurs privés

☐ *Philips* lance sur le marché international une nouvelle série de commutateurs privés électroniques (PBX) destinés aux petites et moyennes entreprises.

Les principales caractéristiques des nouveaux systèmes TBX *(time-division branch exchange)* sont les suivantes:

— très faible encombrement et consommation d'énergie extrêmement réduite (quatre fois plus petits qu'avec les modèles précédents);

— matériel et logiciel de conception modulaire, permettant une extension ou une reconfiguration rapide des systèmes pour accompagner l'évolution des besoins de l'usager;

— qualité de transmission élevée non seulement dans la bande des fréquences vocales mais encore jusqu'à 5600 Hz, d'où la possibilité de transmettre des données, des textes et des télécopies à des débits pouvant atteindre 9600 bit/s;

— commande numérique par programme enregistré. Cette technique permet d'introduire de nombreuses facilités utiles en standard, tandis que d'autres facilités, particulières à telle ou telle installation, peuvent être introduites et modifiées par des manœuvres sur le pupitre de l'opératrice;

— capacité extrêmement élevée de transmission de trafic (0,28 erlang par poste supplémentaire, soit 60% de plus que dans la plupart des systèmes);

— possibilité d'associer des appareils à cadran (train d'impulsions) et des appareils à clavier (tonalité multifréquence) pour les postes supplémentaires, quel que soit le système utilisé dans le réseau public;

— grande fiabilité, obtenue grâce à l'utilisation de circuits intégrés céramiques et de l'intégration à grande échelle; montage et essai des commutateurs en usine, avant l'expédition;

— maintenance facile. Le système n'a pas besoin de maintenance préventive, car il est prévu pour se contrôler lui-même en permanence. Si un dérangement se produit, il est possible de retrouver rapidement la carte du circuit en cause, grâce à un processeur de maintenance; cette opération peut être accomplie soit sur le pupitre de l'opératrice, soit à distance à partir d'un centre de service téléphonique et par l'intermédiaire du réseau téléphonique public. Cette caractéristique de diagnostic à distance sera très précieuse dans les centres-villes encombrés où le stationnement des véhicules est difficile, et aussi pour les installations implantées à grande distance des centres de service téléphonique. Dès qu'un dérangement est repéré dans le système, la carte du circuit défectueux peut être remplacée en quelques secondes par un opérateur non qualifié.

Les premiers modèles TBX disponibles bénéficient d'une souplesse d'exploitation totale, grâce à la possibilité d'ajouter des cartes appropriées (avec quatre lignes de central et huit lignes de postes supplémentaires par carte), jusqu'à un maximum de 96 positions d'accès. Des versions ultérieures permettront des extensions du système jusqu'à environ 900 positions, avec utilisation des mêmes cartes pour les lignes de central et les lignes de postes supplémentaires.

Multiplexage par répartition dans le temps

Le faible encombrement des nouveaux commutateurs TBX s'explique en grande partie par l'emploi d'un système de commutation à multiplexage temporel, qui permet d'utiliser une seule artère principale de communication. Le système utilise des techniques de modulation mettant en œuvre 48 voies multiplex et une fréquence d'échantillonnage de 24 kHz.

Deux composants essentiels ont été mis au point spécialement pour ces commutateurs: une puce de multiplexage/démultiplexage et un hybride qui réalise l'interface entre les circuits téléphoniques à 2 fils et le réseau de

connexion à 4 fils. On obtient ainsi un affaiblissement d'insertion inférieur à 1 dB et un affaiblissement diaphonique meilleur que 70 dB dans toute la bande des fréquences vocales de 300 à 3400 Hz.

Les commutateurs sont commandés par des programmes enregistrés, avec utilisation d'une logique à microprocesseur C-MOS. Des mémoires PROM contiennent les instructions standards, tandis que les données particulières à l'installation sont enregistrées dans des mémoires RAM. Une fois inscrites dans une RAM, les données sont protégées contre toutes modifications non autorisées.

Montage mural

Un commutateur complet typique, avec 8 lignes extérieures et 80 postes supplémentaires, peut être logé dans un coffret mural autoporteur qui mesure 42 × 86 × 51 cm et pèse 55 kg. Il est possible de changer rapidement les nombres de lignes internes ou externes en branchant des cartes de circuits et des PROM supplémentaires ou différentes.

Le système consomme exactement 130 W par module; cette puissance peut être prélevée sur le secteur par le moyen d'une prise de courant ordinaire. Une batterie d'appoint protège le système contre les pannes de secteur.

Les nouveaux systèmes TBX seront construits aux Pays-Bas, en Espagne et au Brésil.

Philip's Telecommunicatie Industrie BV, PO Box 32, 1200 JD Hilversum (Pays-Bas). Télex: 43712

Combineur télex-téléphone pour poste d'abonné

☐ Ce nouveau système permet le partage d'une paire en câble ordinaire par le service télex et le service téléphonique. Avec le système *SDX 1/50,* l'administration des télécommunications peut fournir rapidement le service télex aux abonnés au téléphone, dans les régions où la capacité des câbles est limitée, et où il faut prévoir de longs délais pour la pose de nouveaux câbles coûteux. Le système se compose de deux boîtes, installées respectivement dans les locaux de l'abonné et dans le central local.

Comme le système est facile à installer, il est possible de fournir un nouveau service à l'abonné et d'obtenir des recettes beaucoup plus rapidement que par les techniques de raccordement traditionnelles. Dès qu'il devient possible de poser des câbles télex, le système SDX 1/50 peut être déplacé sans difficulté et monté à un autre endroit.

Le principe de fonctionnement du système consiste en une légère diminution (à 2,7 kHz) de la largeur de bande du circuit téléphonique, diminution pratiquement imperceptible. La largeur de spectre restante (jusqu'à 3,4 kHz) sert à l'établissement d'un circuit télégraphique duplex normal à 50 bauds.

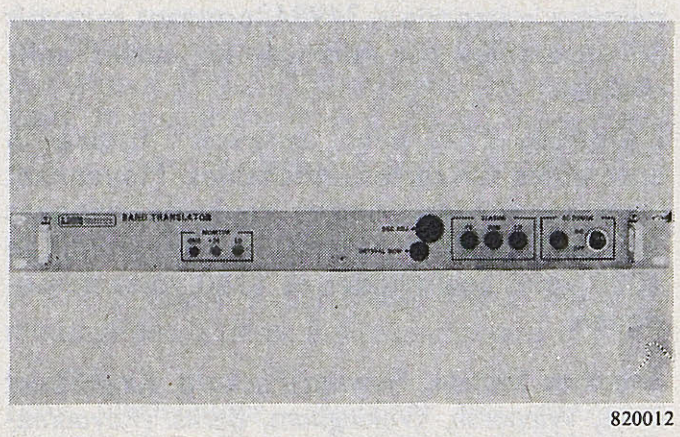
Le SDX 1/50 fonctionne sur tout circuit à 2 fils utilisable en téléphonie. Il est particulièrement indiqué pour les câbles très encombrés des zones urbaines, et pour desservir en télex les exploitations agricoles ou les entreprises industrielles opérant à une grande distance d'un central.

Telectron Limited, Astral House, Adelaide Road, Dublin 2 (Irlande)

Translateur de bande pour la réception de signaux de satellite bande Ku avec un équipement bande C

☐ L'appareil *DC12/4* de *LNR* est un translateur de fréquences à hautes performances, pour passer de la bande Ku à la bande C. Lorsque l'appareil est branché, un équipement de réception en bande C est immédiatement reconfiguré pour la bande K; le DC12/4 assure l'abaissement de fréquence en bloc de toute la gamme 11,7-12,2 GHz sur la gamme 3,7-4,2 GHz.

Une autre utilisation possible de l'appareil est l'abaissement de fréquence d'un signal vidéo de la bande Ku dans un canal inutilisé d'un récepteur de télévision bande C à 24 canaux, placé à l'extrémité d'injection d'un système de distribution de télévision.



820012

Le DC12/4 est placé en interface directe avec un amplificateur à faible bruit de 12 GHz et avec des récepteurs ou des convertisseurs 4 GHz; il peut recevoir des porteuses vidéo ou des porteuses de données. L'appareil est autonome, avec sa propre source d'alimentation. Conçu pour fonctionner sans surveillance, il est doté d'un système d'alarme et de boutons de contrôle pour tester les paramètres de fonctionnement les plus importants. Le DC12/4 est un dispositif peu encombrant (hauteur 45 mm seulement), pouvant être monté sur châssis. Il existe des versions avec commutation de protection 1:1.

LNR Communications Inc., 180 Marcus Boulevard, Hauppauge, NY 11787 (Etats-Unis). Tél.: (516) 273-7111. TWX: 510-227-9871

Antenne à ondes décamétriques

☐ *Marconi* complète sa gamme d'antennes à large bande pour ondes décamétriques.

Le *R7080 Conipole* est un système à polarisation verticale, spécialement conçu pour les liaisons à distance moyenne et à grande distance. Il possède plusieurs caractéristiques qui contribuent à améliorer les performances et facilitent le maniement ainsi que la maintenance.

Le Conipole couvre la gamme de fréquences de 1,6 à 30 MHz, aussi bien en émission qu'en réception, et peut émettre une puissance atteignant 30 kW. Son élément central est un dipôle en manchon qui se présente comme une «jupe» s'évasant depuis le pylône porteur. Parmi ses avantages, il faut citer un mode de tir idéal pour les ondes rayonnées sous de petits angles, avec des réflexions minimales. La partie supérieure de l'antenne, qui porte le feeder coaxial d'entrée, est couronnée par un «parapluie» formé de conducteurs obliques, supporté par un mât mis à la terre, dont il est isolé électriquement. Ce procédé permet de réduire la hauteur de l'antenne d'environ 25% et de se dispenser d'un isolateur à la base.

Marconi Communication Systems Limited, Chelmsford CM1 1PL (Royaume-Uni). Tél.: (0245) 353221. Télex: 99201

Faisceau hertzien point à point de petite capacité

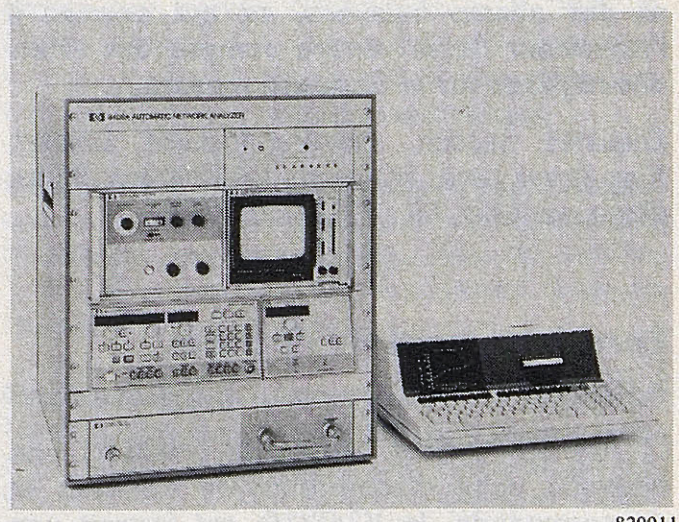
☐ *Plessey Radio Systems* annonce la réalisation d'un faisceau hertzien point à point de petite capacité, le *PRS 770.*

C'est un équipement robuste, fiable et d'un prix avantageux, qui permet d'obtenir une ou deux voies à fréquences vocales dans la gamme des 1,5 GHz et qui se prête à la transmission téléphonique comme à la transmission de données. L'équipement peut être monté à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments. Son entretien est facile et il consomme peu d'énergie.

Plessey, c/o Parker PR Associates Limited, 22 Red Lion Street, Londres WC1R 4PX (Royaume-Uni). Tél.: (01) 405 3353

Analyseur automatique pour réseaux à hyperfréquences

☐ L'analyseur automatique *8408A* de *Hewlett-Packard* permet de mesurer, entre 500 MHz et 18 GHz, l'amplitude et la phase des coefficients de réflexion et de transmission. Les mesures de phase fournissent un moyen d'opérer avec correction d'erreur, le HP 8408A étant alors capable de faire des essais précis et reproductibles.



820011

Les éléments de base du système HP 8408A sont l'oscillateur à balayage *HP 8350A* à microprocesseur, avec source de signaux d'essai enfichable *HP 83592A* pour les fréquences de 10 MHz à 20 GHz; l'analyseur pour réseaux hyperfréquences *HP 8410,* complété par un appareil spécial pour mesurer les coefficients de réflexion et de transmission entre 500 MHz et 18 GHz pour la séparation, la détection et l'analyse des signaux; enfin, le calculateur sur table *HP-85F,* élément économique dont la fonction est de contrôler le système, de collecter et traiter les données et d'afficher les résultats. L'ensemble du système est monté dans un châssis commun, facile à manier. Le matériel est fourni avec des étalons de référence précis et un ensemble complet de logiciel d'application.

Les gammes de mesure types pour le système HP 8408A sont de 60 dB pour la transmission et 50 dB pour la réflexion. Ces gammes de mesure ne sont pas plus affectées par les harmoniques des sources que par les signaux parasites, parce que l'analyseur 8408A est un récepteur accordé. (Les systèmes scalaires sont par contre perturbés par ces phénomènes, parce qu'ils fonctionnent en détection à large bande.) Le récepteur accordé a, d'autre part, une grande sensibilité (normalement –70 dBm), d'où la possibilité de mesurer en toute sécurité des dispositifs à signaux faibles. Une caractéristique très intéressante du 8408A est la possibilité qu'il a de mesurer ses propres erreurs systématiques, de les stocker en mémoire puis de les retrancher vectoriellement des données de mesure périodiques. Cela permet d'améliorer la précision et d'opérer avec une grande directivité, même si des câbles ou des adaptateurs sont présents dans le dispositif de mesure. Une autre conséquence est une meilleure précision dans les mesures de transmission: réduction des effets dus à l'adaptation des sources (avec des rapports d'ondes stationnaires types pouvant aller jusqu'à 1,05) et suppression presque totale des erreurs sur la réponse en fréquence. Ces techniques d'amélioration de précision ne peuvent pas être appliquées dans les systèmes de mesure du type scalaire (c'est-à-dire les systèmes qui ne mesurent pas la phase).

Le logiciel du système permet à l'opérateur de faire des mesures immédiates. Il dispose d'instructions simples qui le guident dans le déroulement complet des opérations: réglage initial, étalonnage, mesures et sortie.

Les résultats peuvent être affichés sur l'écran cathodique du calculateur et imprimés sous forme de tableaux, représentés graphiquement en fonction de la fréquence ou en coordonnées polaires. De plus, le récepteur/analyseur donne en temps réel, sur l'écran cathodique, la valeur des amplitudes et des phases balayées, ce qui permet à l'opérateur de se rendre compte des effets des réglages sur le dispositif mesuré.

Enquiries Section, Hewlett-Packard Limited, King Street Lane, Winnersh, Wokingham, Berks. (Royaume-Uni). Tél.: (0734) 784774

Enregistrement de données à distance

☐ *Hewlett-Packard* vient de réaliser une nouvelle unité d'acquisition de données et de commande, le *V24/V10*, qui fournit une solution économique aux problèmes de rassemblement de données dans les cas où il est nécessaire de prévoir une grande distance de séparation entre l'instrumentation et l'ordinateur.

Appelée modèle *3497A* Option 232, cette unité comporte une interface série qui est conforme aux spécifications de l'Avis V.24 (EIA RS232C) et de l'Avis V.10 (EIA RS423) du CCITT. Il est possible d'établir une connexion point à point sur une distance maximale de 1200 m entre un ordinateur et l'unité 3497A. Pour les très grandes distances de communication, le HP 3497A Option 232 est compatible avec les modems asynchrones duplex RS232 ou RS423. Les huit rapidités de modulation disponibles (110, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 et 19 200 bauds) permettent d'adapter les débits de transmission numérique aux modems et aux lignes téléphoniques. On a une possibilité de sélection d'une parité paire ou impaire, avec une longueur de caractère de 7 ou 8 bits.

L'Option 232 est analogue à l'unité standard HP 3497A, avec en plus une horloge/minuterie. L'appareil fonctionne avec visualisation des voies analogiques et/ou des intervalles de temps numériques et de la tension contenue. On dispose en outre des ensembles suivants sur cartes enfichables: DVM incorporé à 3, 4 ou $5\frac{1}{2}$ éléments numériques; carte avec relais à tige vibrante à faible dissipation thermique (20 voies) avec compensation par thermocouple; carte sortie d'actionnement à 16 voies; carte pour tension de sortie double N/A; carte pour courant de sortie double N/A; carte pour compteur réciproque 100 kHz; carte «strain gauge»; carte d'actionnement haute tension; enfin, rallonge «asservie» *3498A*, pouvant recevoir 10 ensembles par rallonge, sur cartes enfichables.

L'Option 232 peut recevoir jusqu'à 5 ensembles sur cartes enfichables. Moyennant l'introduction du nombre voulu de rallonges 3498A, on peut obtenir un maximum de 1000 voies analogiques et 1350 voies numériques.

Enquiries Section, Hewlett-Packard, King Street Lane, Winnersh, Wokingham, Berks. (Royaume-Uni). Tél.: (0734) 784774

Connecteur provisoire pour circuits de données

☐ *ADC Magnetic Controls Company* vient de commercialiser le connecteur *PatchMate*, système modulaire à grande densité pour le contrôle, la connexion provisoire, les essais et la reconfiguration des réseaux pour données.

Ce système facilite la gestion des réseaux de transmission de données en permettant le contrôle des circuits sans interruption de la transmission. Il rend possible le repérage des circuits en dérangement grâce à des alarmes optiques et acoustiques et permet l'accès aux lignes sur circuits RS-232C/V.24 à destination de l'extrémité «terminal» et de l'extrémité «communication» de cet équipement de transmission de données.

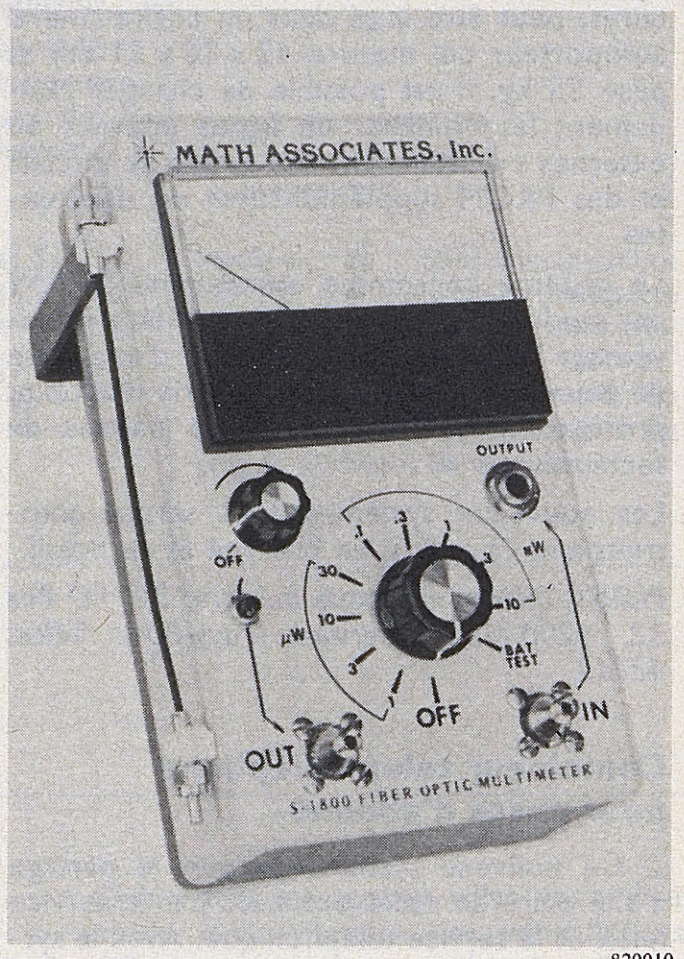
Le PatchMate n'occupe que 134 mm sur un châssis standard de 483 mm à raison d'un maximum de 17 modules par châssis. Le système est de conception entièrement modulaire, d'où les avantages suivants pour l'utilisateur: substitution «un pour un» des différents modules fonctionnels sur un châssis, et possibilité d'agrandissement pour accompagner l'extension des réseaux de transmission de données.

ADC, Communications Department, 4900 West 78th Street, Minneapolis, MN 55435 (Etats-Unis). Tél.: (612) 835-6800. Télex: 29-0321

Multimètre pour systèmes à fibres optiques

☐ *Math Associates* annonce la réalisation d'un appareil qui semble bien être le premier multimètre pour systèmes à fibres optiques. L'appareil est conçu pour l'essai et le dépannage de tous les systèmes de transmission à fibres optiques (analogiques ou numériques) et des câbles à fibres optiques.

Le multimètre *S-1800* permettra toute une série d'essais sur émetteurs, récepteurs, coupleurs, découpleurs, connecteurs à fibres optiques, épissures, et sur câbles complets contenant des fibres dont les diamètres de cœur vont de 50 à 100 µm, cela avec un seul appareil intégré portatif. Celui-ci permet de déterminer des caractéristiques telles que la puissance de sortie, la sensibilité, les pertes par insertion, la modulation et l'affaiblissement; les résultats sont affichés sur un grand cadran de type analogique, étalonné en microwatts et en décibels.



820010

Multimètre S-1800 pour systèmes à fibres optiques

Le S-1800 contient un wattmètre étalonné, une source réglable avec LED à infrarouge, et des dispositifs pour le contrôle de la modulation des émetteurs et des récepteurs.

Le multimètre S-1800 pour systèmes à fibres optiques est un appareil entièrement autonome qui peut être alimenté par une batterie incorporée de 9 V, ou sur un adaptateur facultatif pour courant alternatif. Il se prête aussi bien aux travaux sur le terrain qu'en laboratoire. Livré avec accessoires complets, en version compatible optimisée SMA ou AMP.

Math Associates, Inc., 6 Manhasset Avenue, Port Washington, NY 11050 (Etats-Unis). Tél.: (516) 944-7050

Circuits intégrés pour décodeurs de télévision en couleur PAL/SECAM/NTSC

☐ Trois nouveaux circuits intégrés sont annoncés par *Philips*: les deux décodeurs couleur à microplaquette unique *TDA3561* et *TDA3562* et le microprocesseur *TDA3590*. Ces circuits intégrés, auxquels il faut ajouter le *TDA3560* déjà lancé sur le marché, constituent la gamme des décodeurs couleur Philips de la troisième génération.

Le TDA3560 à 28 broches est un décodeur couleur complet pour la norme *PAL*. Il accepte l'insertion de données pour le télétexte et comporte un limiteur de crête du blanc.

Le TDA3561 à 28 broches est semblable au TDA3560 et comporte des broches compatibles avec ce dernier système. Il présente toutefois des caractéristiques supplémentaires, telles qu'un retard égal à la durée d'une ligne par rapport au limiteur de crête du blanc et un rapport niveau du noir/signal de sortie inférieur à 2% entre les différents canaux.

Le TDA3562 à 28 broches est, lui aussi, semblable au TDA3560 mais ses broches ne sont pas compatibles. Il permet un réglage du contraste des signaux RGB insérés, une stabilisation du niveau du noir des canons couleur, un réglage dynamique du niveau du noir pendant toute la durée de vie du tube couleur et peut décoder les signaux *NTSC* grâce à un contrôle de la tonalité.

Le processeur TDA3590 se monte en amont d'un circuit intégré de décodeur couleur. Les signaux PAL incidents restent inchangés mais le processeur convertit automatiquement les signaux *SECAM* en signaux séquentiels modulés en phase, qui seront décodés par un décodeur PAL. Lorsque le TDA3590 est monté en amont du TDA3560 ou du TDA3561, l'ensemble de ces deux systèmes forme un décodeur couleur PAL/SECAM; lorsqu'il est monté en amont du TDA3562, on obtient un décodeur couleur PAL/SECAM/NTSC. Le TDA3590 a fait l'objet de nombreux essais en vraie grandeur et offre une excellente qualité de fonctionnement, même avec des signaux incidents non normalisés ou réfléchis.

NV Philips' Gloeilampenfabrieken, Elcoma Division, PO Box 523, 5600 AM Eindhoven (Pays-Bas). Télex: 51573

Coupleurs d'émetteurs à ferrite hybride de haute puissance

□ La *Phelps Dodge Communications Company* vient d'ajouter deux séries de nouveaux coupleurs d'émetteurs à sa gamme de produits. L'une d'elles permet de coupler des émetteurs à ondes métriques à une antenne commune, l'autre est conçue pour les émetteurs à ondes décimétriques.

Les séries *THC150* et *THD150* 136-174 MHz assurent le couplage d'une antenne à un émetteur à ondes métriques, avec une puissance d'entrée maximale de 350 W par voie. Les séries *THC60* et *THD460* 406-512 MHz effectuent le couplage des émetteurs à ondes décimétriques, avec une puissance maximale de 300 W par voie. La séparation des voies est d'au moins 70 dB pour les coupleurs THC150 et THC60, et au moins 100 dB pour les modèles THD150 et THD460. Tous les appareils fonctionnent avec des espacements de fréquence pouvant s'abaisser jusqu'à 25 kHz.

Ces coupleurs d'émetteurs à ferrite hybride fonctionnent entre –30° et +60° C, avec un rapport d'ondes stationnaires maximal de 1,25:1. Les deux séries peuvent être livrées en version deux voies ou quatre voies.

Phelps Dodge Communications Company, Route 79, Marlboro, NJ 07746 (Etats-Unis). Tél.: (201) 462-1880

Revue des revues

Nous donnons sous ce titre la liste des articles que nous avons trouvés dans d'autres publications techniques et qui peuvent présenter un intérêt pour les lecteurs du Journal. Les articles sont classés selon leur langue de publication.

FRANÇAIS

Air et Cosmos. 6, rue Anatole-de-la Forge, 75017 Paris. Année 1981. **N° 880.** P. 49-50. *Langereux P.* L'URSS prépare les vols spatiaux de longue durée — P. 53, 60. *Langereux P.* Feu vert pour Ariane 4, ERS 1 et Spacelab.

Avianews International. 23, chemin Sainte Anne, 1328 Ohain. Année 1981. **N° 91.** P. 57-59. *Pirard T.* Satellites civils de télécommunication: le tiercé des constructeurs U.S.

Inter électronique. Magazine des industries électroniques, 40, rue du Colisée, 75381 Paris Cedex 08. Année 1981. **N° 337.** P. 13-15. Tempête sur le marché du semiconducteur — P. 20-24. *Guerin J. L.* Nouvelle architecture pour un micro-ordinateur 32 bits — P. 40-53. *de Halleux P.* Connecteurs: l'or perd du terrain.

Minis et micros informatique électronique. 41, rue de la Grange-aux-Belles, 75483 Paris Cedex 10. Année 1981. **N° 152.** P. 39-44. *Baconnier M.* Utilisation optimale des mémoires et nouveaux composants Intel — P. 49-52. *Aumiaux M.* Méthode de conception de systèmes logiques: position du problème — P. 53-57. *Prévot C.* Processeur de vision: traitements câblés de l'image.

N° 153. P. 19-20. *Carrasco R.* Les TMS 99000: nouveaux microprocesseurs 16 bits avec intégration partielle de logiciels spécialisés — P. 37-40. *Hoste F.* Principes de base de l'architecture de réseau DSA de CII-HB.

Onde électrique (L'). Division électronique, radioélectricité et télécommunications (DERT) de la Société des électriciens, électroniciens et des radioélectriciens (SEE), 120, boulevard Saint-Germain, 75280 Paris Cedex 06. Année 1981. **Octobre.** P. 20-21. *Dumont J. J.* Les connecteurs Souriau série S 1006 à faible perte d'insertion (0,5 dB) pour application Télécom — P. 39-45. *Normand G.* Réalisations de résistances commandées par association entre multiplieurs analogiques et sources liées.

Recherche (La). Société d'éditions scientifiques, 57, rue de Seine, 75006 Paris. Année 1981. **Décembre.** P. 1366-1375. *Elachi C., Fontanel A.* L'observation de la Terre par radar.

Revue de l'UER.* *(Technique).* Union européenne de radiodiffusion, Centre technique, 32, avenue Albert Lancaster, 1180 Bruxelles. Année 1981. **Octobre.** P. 215-219. *Rout E.* Notions élémentaires sur les fibres optiques —P. 220-227. *Sandbank C. P.* Principes des télécommunications par fibres optiques — — P. 220-227. *Sandbank C. P.* Principes des télécommunications par fibres optiques — P. 228-233. *Zeidler G.* Les câbles à fibres optiques et leur emploi en télécommunications — P. 234-239. *Lucas K., Taylor J. H.* Distribu-

Revue polytechnique (La). Chemin de la Caroline 22, 1213 Petit-Lancy/Genève. Année 1981. **N° 11.** P. 1565-1569. *Bàjenesco T. I.* Comment tester les circuits intégrés logiques. I. Essais des composants et des circuits *(1re partie)* — P. 1629-1631. La communication de bureau, avenir du traitement de texte.

Sonovision. 15, rue d'Aboukir, 75002 Paris. Année 1981. **N° 243.** P. 36-41. *Muller C., Salaun J. M.* CLAIRE: naissance d'un nouveau media — P. 48-53. ITA: La vidéo des familles.

Télécommunications. Revue française des télécommunications, 20, avenue de Ségur, 75700 Paris. Année 1981. **N° 41.** P. 16-17. *Stourdzé Y.* Chemin de fer, téléphone, ordinateur: la technologie comme enjeu — P. 30-41. Circuits intégrés: l'enjeu — P. 59-60. Intégration des services des télécommunications dans un réseau numérique.

Zéro. un. informatique. 41, rue de la Grange-aux-Belles, 75483 Paris Cedex 10. Année 1981. **N° 154.** P. 70-77. *Sauteur B.* Enquête 01-Datapro: Au-delà des chiffres: la parole est à l'utilisateur — P. 109-123. *Ferretti M.* Les robots: à mille lieues de la science-fiction.

ANGLAIS

AEG-Telefunken Progress. Zentralabteilung Firmenverlag, Hohenzollerndamm 150, 1000 Berlin 33. Year 1981. **No. 1/2.** P. 8-13. *Czapp J., Grefkes H.* Telephone equipment for the power line carrier (PLC) system E 704—P. 24-26. *Dempf G., Grenzdörfer S.* Data networks—P. 38-42. *Müller H.* Radio relay systems in electricity supply undertakings.

Bell System Technical Journal (The). American Telephone and Telegraph Company, 600 Mountain Avenue, Murray Hill, NJ 07974. Year 1981. **No. 7.** *(Part 2). (Special issue on Digital Signal Processor).*

Communications International. Northwood Publications Ltd., 23-29 Emerald Street, London WC1N 3QJ. Year 1981. **October.** P. 44, 49. *Manning J.* Moving from analogue to digital networks—P. 52. *Van Zuuren N.* Telex—the forgotten medium?—P. 54-57. *Demmel F.* Tuned active antennas for interference free reception at high frequencies.

Communications News. 124 South First Street, Geneva, IL 60134. Year 1981. **September.** P. 30-31. Paging system solves a serious hospital communications problem—P. 54-59. *Edwards M.* Communications horizons broaden for fiber optics—P. 78-79. Next generation of fax equipment will solve many of today's problems.

Control and instrumentation. Morgan-Grampian House, Calderwood Street, London SE18 6QH. Year 1981. **October.** P. 79-81. *Widenka R.* Capturing complex waveforms for leisurely analysis—P. 87-91. *Briggs M.* Protecting your computer against power transients.

---

* Cette revue paraît également en anglais sous le titre *EBU Review (Technical).*

Electronics and Power. Institution of Electrical Engineers, Savoy Place, London WC2R 0BL. Year 1981. **September.** P. 605-610. *Wells R.* SSB modulation for VHF mobile and hand-portable transceivers—P. 611-614. *Giles L. J., Simson R. E.* The British rail signalbox-to-radio-communication system—P. 615-617. *Cartwright R. H. T.* Automated telephone-subscriber line-testing system—P. 618-622. *Wooster C. B.* Engineering satellite ground stations.

Electronics Industry. ES Publications Ltd., 46-50 Coombe Road, New Malden, Surrey KT3 4BR. Year 1981. **November**. P. 24-31. *Donnelly B.* Logic ICs—progress in the face of LSI—P. 33-37. *Leslie I.* Microcomputers in vehicle instrumentation.

Electronics International. McGraw-Hill Building, 1221 Avenue of the Americas, New York, NY 10020. Year 1981. **No. 21.** P. 73-74. *Cohen C.* Highly mobile electrons make GaAs circuit the fastest chip yet—P. 144-149. *Beresford R.* Components—P. 178-186. *Johnson R. C.* Microsystems—P. 204-210. *Manuel T.* Computers & Peripherals—P. 216-225. *Hindin H. J.* Communications.

Global Communications. Cardiff Publishing Company, 3900 S. Wadsworth Boulevard, Denver, CO 80235. Year 1981. **Autumn.** P. 16-28. *Petrovic P.* Digitized speech transmission in the land mobile radio service—*Stevenson C. R.* Communications satellites.

IEEE Journal of Quantum Electronics. The Insitute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 345 East 47 Street, New York, NY 10017. Year 1981. **October.** *(Special issue on Laser Materials Interactions).*

IEE Proceedings. PO Box 8, Southgate House, Stevenage, Herts SG1 1HQ. Year 1981:

I—Solid-State and Eletron Devices. No. 5. P. 161-164. *Darwish M., Board K.* Experimental observation of switching in MISM and MISIM devices—P. 165-173. *Darwish M., Board K.* Theory of switching in MISIM structures—P. 180-184. *Tucker R. S.* Large-signal circuit model for simulation of injection-laser modulation dynamics.

Microelectronics and Reliability. Headington Hill Hall, Oxford OX3 0BW. Year 1981. **No. 3.** *(Special issue of Semiconductor and Microprocessor Technology 1980).*

New Electronics. Northwood Publications Limited, 49-50 Hatton Garden, London EC1N 8XS. Year 1981. **No. 20.** P. 23-24. *Beishon M.* Saturated I.s.i. circuits—P. 86-88. *Murray-Upton B.* Trends in computer aided design—P. 100-103. *Colman D.* Power transistor technology.

Post Office Electrical Engineers' Journal (The). 2-12 Gresham Street, London EC2V 7AG. Year 1981. **October.** *Vol. 74, Part 3. (Special issue: IPOEE 75th Anniversary 1906-1981).*

Radio and Electronics Engineer (The). Institution of Electronic and Radio Engineers, 99 Gower Street, London WC1E 6AZ. Year 1981. **No. 10.** P. 497-504. *Price W. L.* A sequential approach to combinational logic design—P. 514-518. *Nicol R. C., Fenn B. A., Turkington R. D.* Transmission techniques for picture Prestel.

Radio Communication. Journal of the Radio Society of Great Britain, 35 Doughty Street, London WC1N 2AE. Year 1981. **October.** P. 906-910. A high-quality uhf source for microwave applications—P. 912-913. *Raddatz J.* Passages through the earth's shadow of AMSAT-Oscars 7 and 8 in 1981.

November. P. 1026-1031. *Gannaway J. N.* The effects of preamplifiers on receiver performance, and a review of some currently available 144MHz preamlifiers *(Part 1).*

Scientific American.* PO Box 5919, New York, NY 10017. Year 1981. **October.** P. 136-145. *Cannon T.M., Hunt B. R.* Image processing by computer.

SMPTE Journal. Society of Motion Picture and Television Engineers, Incorporated, 862 Scarsdale Avenue, Scarsdale, NY 10583. Year 1981. **October.** *(Special issue on Digital video using component coding).*

TE International. Supplement to Tecnologie Elettriche. Gruppo Editoriale Stammer spa. Centro Commerciale Milano San Felice, 20090 Segrate, Milano. Year 1981. **No. 5.** P. 18-25. *Grianti G.* The Saudi Arabia back bone telecommunications system.

Telephone Engineer and Management. 124 South First Street, Geneva, IL 60134. Year 1981. **No. 18.** P. 99-102. *Rowland W. C.* Four fatal fallacies: critical misconceptions about the telephone industry—P. 105. *Reaume R. L.* Bubbles and chips key elements in new PABX—P. 112-116. *Harman J. P.* How to approach computer applications ...

No. 20. *(Special issue on Satellite Communications).*

Television/Radio Age. 1270 Avenue of the Americas, New York, NY 10020. Year 1981. **No. 4.** P. A-15—A-21. *McGuire T.* Burgeoning European home video market injects new excitement into bigger VIDCOM show—P. A-45—A-47. Broadcast expansion in Jamaica under new regime includes new TV channel, color, satellite reception—P. 20-29. *Metz D.* Cost-effectiveness of fiber optics getting closer look.

Tesla Electronics. Tesla Electronics and Telecommunications, PO Box 35, 120 07 Prague 2. Year 1981. **No. 4.** P. 99-102. *Buzek O., Čermák J.* OMA 50-kHz transmission system and its applications—P. 109-115. *Poupe J.* Network of computer terminals serving the Czechoslovak Academy of Sciences.

Wireless World. 429 Brighton Road, South Croydon, Surrey CR2 9PS. Year 1981. **November.** P. 50-52. *Peverett A. M.* Subscription television experimental station—P. 59-62. *Ferguson J. D., Stewart J., Williams P.* Interfacing microprocessors—P. 63-64. *Follett D. H.* Accurate sine-waves.

ESPAGNOL

Anales de Mecánica y Electricidad. Asociación de Ingenieros del ICAI, Reina, 31. Madrid-4. Año 1981. **N.º 5.** P. 71-75. *Sotomayor Gippini F.* Ingeniería, transportes y comunicaciones — P. 77-79. *Rodríguez Rodríguez A.* Algunas reflexiones sobre la ingeniería de comunicaciones.

Radio y Televisión. PO Box 12901, Overland Park, KS 66212. Año 1981. **Septiembre-Octubre**. P. 6-26. *Germany L. W.* Reductor digital del ruido, muy adaptable — P. 28-42. *Cooper L. D.* Sala de noticias electrônica de la KCBS.

Revista Entel/Chile. EDITEC Ltda., Santa Lucía 360, anexo 327, Santiago de Chile. Año 1981. **Octubre.** P. 7. Entel usa energía solar en las Telecomunicaciones — P. 8-10. Pabellón exclusivo para las Telecomunicaciones — P. 12. Entel presente en el mundo de las Telecomunicaciones.

Revista Española de Electrónica. Ediciones técnicas REDE, Apartado 35400, Barcelona. Año 1981. **N.º 324.** P. 28-30. *Valle J.* Sistema de conmutación por tacto — P. 52-53. *Martín P.* Sistema de intercomunicación bifilar — P. 62-65. *Vázquez H.* Digitalización en el receptor de TV.

Revista Telegráfica Electrónica. Electrónica y Telecomunicaciones de Arbó SAC e I, Avenida Martín García 653, Buenos Aires. Año 1981. **N.º 820.** P.594-596, 600. *López de Zavalía R. J., Moro E. E. M.* Sistema para la enseñanza en laboratorio de la modulación por codificación de los pulsos (PCM) (*Segunda parte:* El aparato transmisor).

N.º 821. P. 696-700. *Clara F. M.* Demoduladores lineales de BLU — P. 714-717. *López de Zavalía R. J., Moro E. S. M.* Sistema para la enseñanza en laboratorio de la modulación por codificación de los pulsos (PCM). (*Tercera parte:* El aparato receptor).

AUTRES LANGUES

Allemand

CQ-DL. Amateurfunk-Zentrum des DARC, Postfach 1155, 3507 Bauantal 1. Jahrgang 1981. **Nr. 12.** S. 576-579. *Hilberling H.* Ein Direkt-Umsetzer-Kurtzwellen-Empfänger für das 14-MHZ-Amateurband — S. 588-590. *Zahn J.* Antennenvorverstärker für das 2-m-und 70-cm-Band BF 960-2 und BF 960-70 — S. 591-593. *Heinbuch R.* Antenne erden — genügt das?

Fernmelde-Ingenieur (Der). Verlag für Wissenschaft und Leben Georg Heidecker, 11 Külsheimerstrasse, 8532 Bad Windscheim. Jahrgang 1981. **Heft 11.** *Braun H. J.* Untersuchung und Festelgung effizienter Strukturen zur Echtzeit-Kettenfilteranalyse und -synthese von Sprachsignalen *(1. Teil).*

Funkschau. Franzis-Verlag, Postfach 37 01 20, 8000 München 37. Jahrgang 1981. **Nr. 23.** S. 62-63. *Tetzner K.* Digitaler Hörfunk und Videotext — S. 83-86. *Christian E.* Stereoton bei Video 2000.

Nr. 24. S. 73-74. *Fellbaum K.* Fehlerschutz und -korrektur in der digitalen Audiotechnik — S. 75-78. ESSCIRC '81: Technik von übermorgen — S. 95-99. *Knapp K. H.* Revolution im Farbfernsehgerät: Total digital.

Nachrichten Elektronik. Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH, Postfach 10 28 69, D-6900 Heidelberg 1. Jahrgang 1981. **Nr. 10.** S. 371-378. *Liesenkötter B.* Satelliten-Antennentechnik — S. 379-380. Europas Nachrichtensatellitensystem nimmt Gestalt an — S. 397-400, 405. *Illi D.* Die Steuerung der SEL-Telefonanlage Unimat 4070 — S. 401-403, 405. *Perabo R.* Technik der Fernkopierer.

Nachrichtentechnik Elektronik. VEB Verlag Technik, Oranienburger Strasse 13/14, DDR-1020 Berlin. Jahrgang 1981. **Nr. 10.**

---

* Cette revue paraît également en français sous le titre *Pour la Science.*

Si vous exercez des activités dans les domaines suivants: recherche, développement, conception, planification, construction, installation, exploitation, gestion, maintenance ou toute autre activité qui vous conduit à utiliser

DES SYSTÈMES TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES DANS LES TÉLÉCOMMUNICATIONS INTERNATIONALES,

il vous faut le

LIVRE JAUNE DU CCITT*

Dix tomes, publiés en 30 parties (fascicules brochés souples) de format A4, *pouvant être achetés séparément* et contenant les Avis du CCITT qui traitent de tous les aspects des services téléphoniques et télégraphiques internationaux: tarifs, exploitation et gestion des réseaux, systèmes et réseaux analogiques et numériques, transmissions télévisuelles et radiophoniques, réseaux et installations de communication de données, qualité des circuits et caractéristiques de transmission, systèmes de commutation et de signalisation analogiques et numériques, nouveaux services de «télématique» (vidéotex, télétex, etc.), maintenance, protection, etc.

Vous trouverez à la page suivante la liste détaillée des 10 tomes du LIVRE JAUNE et de ses fascicules. La publication de la série complète sera terminée en novembre 1981, sauf pour les deux fascicules du Tome X (X.1 – Termes et Définitions, et X.2 – Index) qui paraîtront peu de temps après.

VOUS POUVEZ COMMANDER LES FASCICULES INDIVIDUELS DONT VOUS AVEZ BESOIN, EN RETOURNANT LA CARTE POSTALE DÉTACHABLE

** Le CCITT (Comité consultatif international télégraphique et téléphonique) est un organisme permanent de l'Union internationale des télécommunications (UIT), l'organisation mondiale responsable de la coordination, de la planification, de la réglementation et de la normalisation des télécommunications internationales de toutes sortes. Le CCITT se compose de 16 Commissions d'études qui traitent de questions techniques et d'exploitation intéressant le perfectionnement des services télégraphiques et téléphoniques. Tous les pays Membres de l'Union, ainsi que des exploitations privées de télécommunications, des organismes scientifiques ou industriels et des organisations internationales, peuvent participer aux travaux des Commissions d'études; ces travaux aboutissent à la formulation d'Avis et de Rapports par l'Assemblée plénière du CCITT, qui se réunit tous les quatre ans. La publication du LIVRE JAUNE fait suite à la VII^e Assemblée plénière, qui s'est tenue à Genève en novembre 1980.*

Modes de paiement:
1. Suisse: versement au compte de chèques postaux de l'UIT, Genève 12-50
2. Tous les autres pays: a) mandat postal international,
   b) coupon UNESCO,
   c) virement bancaire à la Société de Banque Suisse, Genève.

(Le paiement est possible également par un chèque libellé dans une autre monnaie librement convertible en francs suisses, à condition que le coût de la conversion en francs suisses soit inclus dans le montant du chèque).

Les prix indiqués sont approximatifs; ils comprennent le coût de l'emballage et le port par courrier de surface.

affranchir

Expéditeur:

UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

Place des Nations

CH - 1211 GENÈVE 20

SUISSE

CONTENU DU LIVRE JAUNE DU CCITT

Tome I
Procès-verbaux et rapports de l'Assemblée plénière.
Vœux et résolutions.
Avis sur:
– l'organisation du travail du CCITT (série A);
– les moyens d'expression (série B);
– les statistiques générales des télécommunications (série C).
Liste des Commissions d'études et les Questions mises à l'étude.

Tome II
Divisé en 4 fascicules

Fascicule II.1
Principes généraux de tarification – Taxation et comptabilité dans les services internationaux de télécommunications. Avis de la série D (Commission III)

Fascicule II.2
Service téléphonique international – Exploitation. Avis E.100 à E.323 (Commission II)

Fascicule II.3
Service téléphonique international – Gestion du réseau – Ingénierie du trafic. Avis E.401 à E.543 (Commission II)

Fascicule II.4
Exploitation et tarification des services de télégraphie et de «télématique»*. Avis de la série F (Commission I)

Tome III
Divisé en 4 fascicules

Fascicule III.1
Caractéristiques générales des communications et des circuits téléphoniques internationaux. Avis G.101 à G.171 (Commissions XV, XVI, CMBD)

Fascicule III.2
Systèmes internationaux analogiques à courants porteurs – Caractéristiques des moyens de transmission. Avis G.211 à G.651 (Commissions XV, CMBD)

Fascicule III.3
Réseaux numériques – Systèmes de transmission et équipement de multiplexage. Avis G. 701 à G.941 (Commission XVIII)

Fascicule III.4
Utilisation des lignes pour la transmission des signaux autres que téléphoniques – Transmissions radiophoniques et télévisuelles. Avis des séries H et J (Commission XV)

Tome IV
Divisé en 4 fascicules

Fascicule IV.1
Maintenance; principes généraux, systèmes internationaux à courants porteurs, circuits téléphoniques internationaux. Avis M.10 à M.761 (Commission IV)

Fascicule IV.2
Maintenance des circuits internationaux pour la transmission de télégraphie harmonique ou de fac-similé – Maintenance des circuits internationaux loués. Avis M.800 à M.1235 (Commission IV)

Fascicule IV.3
Maintenance des circuits radiophoniques internationaux et transmissions télévisuelles internationales. Avis de la série N (Commission IV)

Fascicule IV.4
Spécifications des appareils de mesure. Avis de la série O (Commission IV)

Tome V
Qualité de la transmission téléphonique. Avis de la série P (Commission XII)

Tome VI
Divisé en 8 fascicules

Fascicule VI.1
Avis généraux sur la commutation et la signalisation téléphoniques – Interface avec le service maritime. Avis Q.1 à Q.118*bis* (Commission XI)

Fascicule VI.2
Spécifications des systèmes de signalisation N^{os} 4 et 5. Avis Q.120 à Q.180 (Commission XI)

Fascicule VI.3
Spécifications du système de signalisation N° 6. Avis Q.251 à Q.300 (Commission XI)

Fascicule VI.4
Spécifications des systèmes de signalisation R1 et R2. Avis Q.310 à Q.490 (Commission XI)

Fascicule VI.5
Centraux numériques de transit pour applications nationales et internationales – Interfonctionnement des systèmes de signalisation. Avis Q.501 à Q.685 (Commission XI)

Fascicule VI.6
Spécifications du système de signalisation N° 7. Avis Q.701 à Q.741 (Commission XI)

Fascicule VI.7
Langage de spécification et de description fonctionnelles (LDS). Langage homme-machine (LHM). Avis Z.101 à Z.104 et Z.311 à Z.341 (Commission XI)

Fascicule VI.8
Langage évolué du CCITT (CHILL). Avis Z.200 (Commission XI)

Tome VII
Divisé en 2 fascicules

Fascicule VII.1
Transmission et commutation télégraphiques. Avis des séries R et U (Commission IX)

Fascicule VII.2
Equipements terminaux pour les services de télégraphie et de «télématique». Avis des séries S et T (Commission VIII)

Tome VIII
Divisé en 3 fascicules

Fascicule VIII.1
Communications de données sur le réseau téléphonique. Avis de la série V (Commission XVII)

Fascicule VIII.2
Réseaux de communications de données; services et facilités, équipements terminaux et interfaces. Avis X.1 à X.29 (Commission VII)

Fascicule VIII.3
Réseaux de communications de données; transmission, signalisation et commutation, réseau, maintenance, dispositions administratives. Avis X.40 à X.180 (Commission VII)

Tome IX
Protection contre les perturbations. Avis de la série K (Commission V). Protection des enveloppes de câble et des poteaux. Avis de la série L (Commission VI)

* Le terme «service de télématique» est provisoire; il inclut les services de vidéotex, télétex, télécopie, etc.

Avis et Rapports du CCITT, 1980

LIVRE JAUNE

VII^{e} Assemblée plénière, Genève, 1980

Je désire commander les tomes/fascicules suivants: (les prix indiqués sont approximatifs)

Tome/ Fascicule	*Nombre*	*ISBN N°*	*Prix fr.s.*	*Tome/ Fascicule*	*Nombre*	*ISBN N°*	*Prix fr.s.*
I	—	92-61-00912-3	59.—	VI.1	—	92-61-01052-0	42.—
II.1	—	92-61-00922-0	60.—	VI.2	—	92-61-01062-8	32.—
II.2	—	92-61-00932-8	59.—	VI.3	—	92-61-01072-5	42.—
II.3	—	92-61-00942-5	30.—	VI.4	—	92-61-01082-2	40.—
II.4	—	92-61-00952-2	92.—	VI.5	—	92-61-01092-X	49.—
III.1	—	92-61-00962-X	60.—	VI.6	—	92-61-01102-0	71.—
III.2	—	92-61-00972-7	82.—	VI.7	—	92-61-01112-8	42.—
III.3	—	92-61-00982-4	56.—	VI.8	—	92-61-01122-5	68.—
III.4	—	92-61-00992-1	39.—	VII.1	—	92-61-01132-2	59.—
IV.1	—	92-61-01002-4	49.—	VII.2	—	92-61-01142-X	59.—
IV.2	—	92-61-01012-1	20.—	VIII.1	—	92-61-01152-7	69.—
IV.3	—	92-61-01022-9	27.—	VIII.2	—	92-61-01162-4	65.—
IV.4	—	92-61-01032-6	32.—	VIII.3	—	92-61-01172-1	75.—
V	—	92-61-01042-3	35.—	IX	—	92-61-01182-9	27.—

ISBN 92-71-01032-9

Titre: NOMENCLATURE DES STATIONS CÔTIÈRES (Liste IV — Volume II)

Résumé: Document de service publié tous les deux ans par l'Union internationale des télécommunications en application de l'article 20 (numéros 789, 805 Mar2 et 815 Mar2) du Règlement des radiocommunications (édition de 1976, révisée en 1981). Elle est publiée en édition trilingue (français, anglais, espagnol) et en deux volumes séparés:

Le volume I contient les stations côtières autres que celles du service des opérations portuaires et celles du service du mouvement des navires. Le volume II contient les stations côtières du service des opérations portuaires et celles du service du mouvement des navires.

Dans la présente édition de la Nomenclature des stations côtières, le volume I comprend les quatre parties suivantes:

Partie I — Tableaux d'intérêt général ou particulier
Partie II — Index alphabétique des stations (vol. I)
Partie III — Etats signalétiques des stations
Partie IV — Taxes télégraphiques intérieures, limitrophes, etc.

Le volume II se compose des quatre parties suivantes:

Partie I — Tableaux d'intérêt général ou particulier
Partie II — Index alphabétique des stations (vol. II)
Partie III — Etats signalétiques des stations
Partie IV — Notes relatives aux stations

La Nomenclature sera tenue à jour au moyen de suppléments semestriels.

Format	Reliure	Edition	Date	Langues	Nombre de pages
21 × 29,7 cm	brochée	7e	1979	Edition trilingue **F, E, S.**	141

Prix: 22 francs suisses

ISBN 92-71-06061-X

Titre: ANNUAIRE STATISTIQUE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS DU SECTEUR PUBLIC

(Séries chronologiques 1970-1979)

Résumé: Cette publication est un document de service officiel publié par le Secrétariat général de l'Union internationale des télécommunications en application des Résolutions nos 4 et 5 de la Conférence administrative mondiale télégraphique et téléphonique (Genève, 1973) et de l'Avis C.1 du Comité consultatif international télégraphique et téléphonique (CCITT).

Dans cet annuaire statistique sont rassemblées les données relatives aux différentes branches des télécommunications du secteur public, c'est-à-dire essentiellement du service téléphonique (nombre de postes et trafic), du service télégraphique (nombre de télégrammes et trafic), du service télex (nombre de lignes de rattachement et trafic) et du service de transmission de données (nombre de modems). On y trouve également des renseignements au sujet des recettes et des investissements.

Tous ces renseignements sont publiés sous forme de séries chronologiques récapitulant des données relatives aux années 1970 à 1979.

Format	Reliure	Edition	Date	Langues	Nombre de pages
21 × 29,7 cm	brochée	8e	1980	Edition trilingue **F, E, S.**	358

Prix: 37 francs suisses

ISBN 92-71-01064-7

Titre: PLAN GÉNÉRAL DE DÉVELOPPEMENT DU RÉSEAU INTERRÉGIONAL DES TÉLÉCOMMUNICATIONS, 1980-1983-1987 (PARIS, 1980)

Parties 1 et 2

Commissions du Plan

Il est institué une Commission mondiale du Plan ainsi que des Commissions régionales du Plan qui «élaborent un Plan général pour le réseau international de télécommunications, afin de faciliter le développement coordonné des services internationaux de télécommunication» (Convention internationale des télécommunications, Malaga-Torremolinos, 1973).

Résumé: Cet ouvrage est publié conformément aux recommandations faites par la Commission mondiale du Plan pour le développement des réseaux de télécommunications lors de la réunion tenue à Paris du 9 au 18 avril 1980. Il remplace celui que la Commission avait élaboré à sa réunion de Genève en 1975.

Ce Plan général, présenté en deux parties, est destiné à aider les administrations et exploitations privées reconnues (EPR) quand elles conclues entre elles, dans leur pleine souveraineté, des accords en vue d'organiser ou d'améliorer les services internationaux entre leurs pays.

Partie 1

Elle contient:

— textes réglementaires relatifs à l'activité de la Commission du Plan et une Liste des Commissions du Plan;

— renseignements relatifs aux artères, figurant dans les cinq listes mentionnées ci-après et une carte:

  — Liste nº 1: Lignes métalliques *interrégionales* à grande distance;
  — Liste nº 2: Faisceaux hertziens *interrégionaux*;
  — Liste nº 3: Liaisons radioélectriques *interrégionales* sur ondes décamétriques;
  — Liste nº 4: Câbles sous-marins *interrégionaux* de type téléphonique;
  — Liste nº 5: Systèmes de communications par satellites et stations terriennes pour les télécommunications par satellites.

— Plan mondial de numérotage téléphonique et Plan mondial de numérotage télex et gentex;

— services loués.

→

Format	Reliure	Edition	Date	Langues	Nombre de pages
2 volumes 21 x 29,7 cm	brochée	1re	1980	Edition trilingue **F, E, S.**	**Vol. I:** 135 **Vol. II:** 303

Prix: 148 francs suisses (pour les deux volumes qui ne sont pas vendus séparément)

ISBN 92-71-01037-X

Titre: LISTE ALPHABÉTIQUE DES INDICATIFS D'APPEL DES STATIONS UTILISÉES DANS LE SERVICE MOBILE MARITIME, DES NUMÉROS OU SIGNAUX D'APPEL SÉLECTIF DE STATION DE NAVIRE ET DES NUMÉROS OU SIGNAUX D'IDENTIFICATION DE STATION CÔTIÈRE

(Liste VII A)

Résumé: Document de service établi par le Secrétariat général et publié sous l'autorité du secrétaire général de l'Union internationale des télécommunications conformément aux dispositions des numéros 789, 809 Mar et 815 Mar2 du Règlement des radiocommunications de Genève (édition de 1976, révisée en 1981).

Cette liste est publiée tous les deux ans en une seule édition multilingue (français, anglais, espagnol, russe et chinois). Elle est tenue à jour au moyen de suppléments trimestriels.

La présente liste alphabétique des indicatifs d'appel comprend les parties suivantes:

Préface

Partie I — Tableaux d'intérêt général.

Partie II — Liste alphanumérique des signaux caractéristiques des émissions de radiophares utilisés dans le service mobile maritime et dont l'état signalétique figure dans la Nomenclature des stations de radiorepérage et des stations effectuant des services spéciaux (Liste VI — Vol. I).

Partie III — Liste alphanumérique des indicatifs d'appel des stations côtières, des stations de navire, des stations de radiorepérage et des stations effectuant des services spéciaux dont les états signalétiques figurent dans la Nomenclature des stations côtières (Liste IV), dans la Nomenclature des stations de navire (Liste V) ou dans la Liste VI. Cette liste contient également les indicatifs d'appel collectif notifiés par les administrations.

Partie IV — Liste numérique des numéros d'appel sélectif des stations de navire dont l'état signalétique figure dans la Liste V. Cette liste contient également des numéros d'appel sélectif de groupes prédéterminés de stations de navire, notifiés par les administrations intéressées.

Partie V — Liste numérique des numéros d'identification des stations côtières dont l'état signalétique figure dans la Liste IV.

Partie VI — Notes.

Format	Reliure	Edition	Date	Langues	Nombre de pages
21 x 29,7 cm	brochée	9e	1979	Edition multilingue **F, E, S, R, C.**	238

Prix: 28 francs suisses

Partie 2

Elle contient des données fournies par les administrations ou exploitations privées reconnues, comme suite au Questionnaire du Plan mondial, 1980, ayant fait l'objet de la circulaire nº 143 du CCITT du 18 juin 1979.

L'année 1979 étant prise comme année de référence, ces données concernent:

— le trafic interrégional (avec l'indication du volume de trafic en 1979 et les prévisions pour les années 1980 à 1987),

— les voies d'acheminement du trafic,

— les circuits existants (1979),

— les centres internationaux de commutation,

— les détails sur les plans relatifs aux services internationaux offerts aux usagers.

Les données ont été établies par chaque administration ou exploitation privée reconnue pour tout autre pays situé dans une autre Région, et avec lequel le trafic de départ durant l'année de référence (1979) a dépassé:

a) *dans le service téléphonique:* 10 000 minutes taxées par an;

b) *dans le service télex:* 10 000 minutes taxées par an;

c) *dans le service télégraphique:* 100 000 mots taxés par an.

Pour faciliter la consultation du présent ouvrage, les données sont publiées en six tableaux:

Tableau I — Téléphonie. Trafic — Acheminement — Circuits

— Volume du trafic de départ en minutes taxées par an (en milliers) et facteur d'accroissement

— Trafic pendant l'heure chargée en erlangs et facteur d'accroissement

— Circuits et acheminement en transit

Tableau II — Télex. Trafic — Acheminement — Circuits

— Volume du trafic de départ en minutes taxées par an (en milliers) et facteur d'accroissement

— Trafic pendant l'heure chargée en erlangs et facteur d'accroissement

— Circuits et acheminement en transit

Tableau III — Télégraphie. Trafic — Acheminement — Circuits

— Volume du trafic de départ en mots taxés par an (en milliers)

— Circuits et acheminement en transit

— Circuits de type télégraphique

— Circuits de type téléphonique

Tableau IV — Circuits à large bande (radiophonique, télévisuel ou autres services)

Tableau V — Centres internationaux de commutation

Tableau VI — Détails sur les plans relatifs aux services internationaux offerts aux usagers

Tous les tableaux d'une catégorie donnée, I à VI constituent une section distincte où les pays de départ sont énumérés dans l'ordre alphabétique de leur symbole. Dans chacun des tableaux, les pays de destination sont classés par région et énumérés dans l'ordre alphabétique des symboles servant à les désigner. La liste des symboles et des pays figurent en tête de la Partie 1 du présent ouvrage.

La documentation fournie porte uniquement sur le service interrégional. Les renseignements relatifs au service régional figurent dans les Livres des Commissions régionales du Plan.

Pour permettre de disposer de données mieux à jour, cette deuxième partie sera publiée tous les deux ans (prochaine publication en 1982, sur la base des données de l'année 1981).

S. 400-401. *Hoier B., Greiner H.* Digitales Steuerungskonzept mit bitserieller Verarbeitung—S. 416 421-422. *Krisch P., Säuberlich W. D.* PCM-Messsystem.

Nr. 11. S. 776-780. *Hoffmann H.* Neue Wege für einen europäischen Bildschirmtext-Standard — S. 782-786. *Rothamel H. J., Tantow R.* Bildschirmtexgeräte für die Kommunikation im Büro. *Teil 1:* Bildschirmtext, Funktionen, Arbeitsplätze.

Output. Offizielles Organ des Instituts für Automation und Operations Research, Universität Freiburg (Schweiz) sowie der Schweizerischen Vereinigung für Datenverarbeitung (SVD), Hudson-Fachpresse, 9403 Goldach. Jahrgang 1981. **Nr. 11.** S. 29-38. *Vetter M.* Methodische Trends in Datenbank-Managementsystemen — S. 39-47. *Nievergelt E., Frielingsdorf B.* Formaler Vergleich von vier Codasyl-Datenbanksystemen.

Postrundschau. Alle Postgasse 8, 1011 Wien. Jahrgang 1981. **Heft 11.** S. 4-6. Neuer Nachrichtenweg zwischen Wien und Salzburg: Richtfunknetz Mitte: Erster Abschnitt fertiggestellt.

Rundfunktechnische Mitteilungen. Institut für Rundfunktechnik GmbH, Floriansmühlstrasse 60, 8000 München 45. Jahrgang 1981. **Heft 5.** S. 219-226. *Koelle D. E.* Die Entwicklung Geostationärer Nachrichtensatelliten — S. 227-240. Das 12. Internationale Fernsehsymposium, Montreux, 30. Mai bis 4. Juni 1981.

Technische Mitteilungen des RFZ. Deutsche Post Rundfunk- und Fernsehtechnisches Zentralamt, Agastrasse, 1199 Berlin-Adlershof. Jahrgang 1981. **Heft 3.** S. 49-57. *Augustin E., Kühne R.* Ein einfacher Weg zur Schaffung eines zusätzlichen Datenkanals im AM-Hörrundfunk bei voller Erhaltung der Kompatibilität — S. 57-58. *Dobesch H.* Zur Modellierung des Bildkanals — S. 65-67. *Schulz A.* Fernsehballempfänger HE 7000.

Telepost. Zeitschrift der Deutschen Bundespost, Postfach 8001, 5300 Bonn 1. Jahrgang 1981. **Heft 11.** S. 6-8. *Stürmer G.* Mit der Post auf der IFA '81 — S. 9. *Goj H.* 1 Jahr Bildschirmtext in Berlin.

ZPF. Zeitschrift für das Post- und Fernmeldewesen, Adenauerallee 81, 5300 Bonn. Jahrgang 1981. **Nr. 11.** S. 22-26. *Kanzow J.* BIGFON — alle Fernmeldedienste auf einer Glasfaser — S. 30-37. *Mahler R.* INMARSAT: Eine internationale Organisation verhilft der Satellitenkommunikation im Seefunk zum Durchbruch — S. 38-43. *Naab A.* Merkmale eines breitbandigen und integrierten Übertragungssystems in Glasfasertechnik.

Danois

P og T. Generaldirektoratet for Post- og Telegrafvæsenet, Tietgensgade 37, 1530 København V. Årgang 1981. **Nr. 4.** S. 11. Ny telefoncentral på vej i Stege — S. 16. Klar med automatisk tjeneste for mobile telefoner.

Finnois

Puhelin. Puhelinlaitosten Liittoo — Telefoninrättningsgarnas Förbund, Fredrikinkatu 61, Fredriksgatan, Helsinki 00100 Helsingfors. 1981. **Nr. 5.** S. 32-34. *Väisänen S.* Uusi keskustekniikka lunastanut lupaukset — S. 38-40. *Rouhiainen K.* Valokuvat puhelimitse teitokoneen kehitettäviksi.

Italien

Elettrotecnica (L'). Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana, Viale Monza 259, 20126 Milano. Anno 1981. **N. 10.** P. 855-861. *Catania B.* La situazione della ricerca sulle tecnologie della telematica — P. 863-874. *D'Alessio T., Di Giulliomaria C.* Flussimetri ad ultrasuoni ad onda continua: principi di funzionamento e loro applicazioni nello studio non invasivo del sistema arterioso periferico.

Elettronica e Telecomunicazioni. Edizioni RAI Radiotelevisione Italiana, Via Arsenale 41, 10121 Torino. Anno 1981. **N. 4.** P. 149-156. *Giuliani C.* Ricerche per l'uso delle fibbre ottiche nei sistemi a diffusione delle informazioni — P. 157-164. *Vaccarella G.* Televisione diretta da satelliti — Studio teorico di un'antenna ricevente con illuminatore corrugato — P. 165-170. *Mussino F.* Problemi di ricezione televisiva.

Millecanali. Via Guido d'Arezzo 19, 30145 Milano. Anno 1981. **Ottobre.** P. 55-70. *Taylor J.* Satelliti: verso una nuova pianificazione dell'etere, parte seconda: U.S.A., dove i satelliti volano più in alto — P. 92-97. Dal mito al video: Il progetto Andromeda.

Rassegna Postelegrafonica. Via Lucca 19-21, 00161 Roma. Anno 1981. **N. 10.** P. 262. Sviluppo delle telecomunicazioni in U.R.S.S. —P. 267. Telex col computer nella «Centrale» di Palermo-Brancaccio.

Néerlandais

Radio Bulletin. Nijverheidswerf 17-21, Postbus 10, 1400 Bussum. Jaargang 1981. **December.** Blz. 14-15. *Foreman L.* Teleradio's in opmars – Blz. 25-28. *Beusekemp M. F.* Actief filter voor faselineaire weergevers — Blz. 30-32. Telefonie. Honderd jaar in Nederland.

Norvégien

Elektro. Ingeniørforlaget A/S, Kronprinsensgate 17, Boks 2476, Oslo 2. Årgang 1981. **Nr. 18.** S. 12-17. *Eriksrud M.* Karakterisering av optiske fibre ved maling av tilbakespredt lys —P. 26-28. *Hirsch C. W.* Gamle formler får nyt liv — med datateknikk.

Nr. 20. S. 29-30. *Fosslien B. R.* Signalisering ved å endre nettfrekvensen.

Roumain

Revista transporturilor şi telecomunicatiilor. Calea Griviţei nr. 193 B, Sector 1, Bucureşti 78141. Anul 1981. **Nr. 4.** P. 211-214. *Jurian M.* Sisteme de interpolare (intercalare) a convorbirilor cu asignare în timp.

Suédois

Nordisk Posttidskrift. Organ för posftörvaltningarna i Norden, Nordisk Posttdskrift, 105 000 Stockholm. Årgang 1981. **Nr. 6.** Str. 205-207, 224. *Johansson H.* EPS — en variant av electronic mail.

Tchèque

Elektrotechnický časopis. VEDA, Vydavatel' stvo Slovenskej Akadémie Vied, Klemensova 19, 895 30 Bratislava. 1981. **Č.11.** Str. 785-798. *Měřinský K.* Vyšetrovanie va charakteristík GaAs(Cr) štruktúr – Str. 812-817. *Šterbinský L., Timko J.* Elektronický model banskej veternej siete.

Elektrotechnický Obzor. Krakovská ulice číslo 8, 113 02 Praha 1. 1981. **Č. 10.** Str. 578-581. *Schliksbier E.* Problematika mikroprocesorové techniky a její trendy – Str. 582-586. *Bydžovský J.* Současnost a budoucnost mikroelektroniky.

PTT Revue. Odborný politicko-ekonomický a technický dvouměsíčnik Československých spojů, Hybernská 5, Praha 1. 1981. **Č. 5.** Str. 135-137. *Blasek J.* Telegrafní a datové multiplexní soubory s časovým dělením kanálu —Str. 146-147. *Blunár K.* Vplyv opakovaných volaní na prevádzkové vlastnosti telefónnej siete.

Yougoslave

Elektrotehničar. Jurišićeva 10, Postanski pretinac 816, 41 000 Zagreb. 1981. **Broj. 4.** Str. 97-101. *Ribarić S.* Analogo mikroracunalo INTEL 2920 — Str. 115-118. *Milobar B.* VMOS snazni MOS-FE tranzistori.

MULTILINGUE

AEÜ. Archiv für Elektronik und Übertragungstechnik — Electronics and Communication, S. Hirzel Verlag, Postfach 347, 7000 Stuttgart 1. Jahrgang 1981. **Heft 10.** S. 377-382. *Hänsler E.* Korrelationsanalyse eines Datensignals — *Fliege N., Tatari S.* Nutz-, Stör- und Aliasspektren von periodisch ein- und ausgeschalteten analogen Systemen — S. 409-417. *Steffen P.* Calculation of the impulse response of certain bandlimited systems.

Heft 11. S. 431-434. *Baier P. W., Meyer J., Waibel H.* Die Bitfehlerwahrscheinlichkeit der Nachrichtenübertragung mit binär-orthogonaler Modulation bei gepulstem Rauschstörer — S. 435-439. *Hahn H.* Solution of microwave boundary value problems by least squares methods.

Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für elektrische Nachrichtentechnik der Stiftung Hasler-Werke Bern (AGEN) — Communications du Groupement pour l'étude des télécommunications de la Fondation Hasler, Berne (AGEN). Belpstrasse 23, 3000 Bern 14. Jahrgang 1981. **Nr. 32.** S. 33-40. *Perez M.* Mesure de l'indice de réfraction d'une fibre optique —S. 49-57. *Jaton M.* Structure de commande pour un réseau local intégré numérique — S. 59-70. *Pfister B. F., Kaeslin H.* Programmable real-time speech processor.

Note Recensioni Notizie. Istituto Superiore delle Poste e delle Telecomunicazioni, Viale Europa 160, 00100 Roma. Anno 1981. **N. 3.** P. 106-109. *Antodicola C., Orlandi G.* Criteri di progetti de ricevitori privi di equalizzatore per sistemi di transmissione su fibra ottica (Considerations on the design of non-equalizing receivers for optical fibre systems) —P. 139-141. *De Angelis T., De Paulis U., Gentile R., Ricca R.* Un esperimento di reistradamento automatico di collegamenti in gruppo quaternario della rete telefonica nazionale.

Radio télévision OIRT. Organisation internationale de radiodiffusion et télévision — International Radio and Television Organization, Stokanská, 169 56 Prague 6. Year 1981. **No. 5.** P. 18-31. *Chtein A. B., Guerguel O. A.* Construction d'un correcteur numérique d'erreurs de temps pour un magnétoscope à tête unique — P. 32-37. *Hájos Z., Záruba J.* A new colour synchronizing system in TESLA SECAM decoders.

Revue HF Tijdschrift. Société belge des ingénieurs des télécommunications et d'électronique (SITEL), 47, rue de l'Equateur, Bte 2, 1180 Bruxelles. Année 1981. **N° 11.** P. 361-365. *Bajenesco T. I.* L'état d'avancement de la télématique — P. 365-368. *Aune M.* Le développement du télétexte Antiope en France — P. 369-372. *McLaren I.* User expectations of videotex.

Livres

par A. El-Zanati

INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONTROL AND ITS APPLICATIONS[1]

University of Warwick, 23-25 March 1981

(Conférence internationale sur la commande et ses applications — Université de Warwick, 23-25 mars 1981) (Publication de conférence n° *194* de l'IEE).

Organisée de concert par la division *Computing and Control* de l'IEE, l'*Institute of Electrical and Electronics Engineers* (*Control Systems Society*, etc.), l'*Institute of Mathematics and its Applications*, l'*Institute of Measurements and Control*, l'*Institute of Physics*, l'*Institution of Chemical Engineers*, l'*Institution of Electronic and Radio Engineers* et l'*Institution of Mechanical Engineers*, la Conférence internationale sur la commande et ses applications s'est tenue à l'Université de Warwick (Royaume-Uni), du 23 au 25 mars 1981. Les 73 communications présentées à la conférence sont reproduites dans ce volume, que pourraient utilement consulter les spécialistes de la question.

---

[1] *Un volume broché; xii, 387 pages; tabl., illustr., diagrs. 21 × 29 cm. Publié par l'*Institution of Electrical Engineers, *Savoy Place, London WC2, 1981. Prix: 27,60 livres sterling.*

TUTORIAL: DISTRIBUTED PROCESSING[2]

Third edition

(Cours sur le traitement réparti, 3e édition), par Burt H. Liebowitz et John H. Carson.

L'objet de ce cours est l'initiation aux concepts du traitement réparti qui peuvent servir à déterminer dans quelle mesure le traitement réparti répond aux besoins de calcul du lecteur. Le cours met l'accent sur les questions technologiques, puisque les publications traitant de ces questions sont particulièrement nombreuses et que la solution des problèmes de gestion est souvent dictée par des raisons politiques, de personnel ou historiques plutôt que par l'application de principes analytiques bien établis.

La vaste portée du traitement réparti est mise en évidence par la présentation du cours. Celui-ci compte neuf chapitres, y compris l'introduction. Les chapitres 2 à 4 traitent des éléments fondamentaux des systèmes répartis: ordinateurs, communications et terminaux. Le chapitre 5 décrit les réseaux avec partage des ressources et le chapitre 6 traite des systèmes à processeurs multiples. Le chapitre 7 traite des multiprocesseurs, qui sont des systèmes à processeurs multiples étroitement couplés, et le chapitre 8 décrit les problèmes que posent les bases de données réparties mais aussi les avantages que l'on peut en retirer. Le chapitre 9 décrit finalement des réseaux locaux, constitués d'ordinateurs et de terminaux situés dans un même bâtiment ou dans un même ensemble de bâtiments.

Chaque chapitre contient un exposé liminaire du sujet et des extraits d'articles récents donnant des renseignements plus détaillés.

---

[2] *Un volume broché; vi, 640 pages; tabl., diagrs., illustr. 21 × 28 cm. Publié par l'*IEEE Computer Society, *10662 Los Vaqueros Circle, Los Alamitos, CA 90720, 1981.*

LOGISCHER ENTWURF DIGITALER SYSTEME[3]

Zweite, überarbeitete Auflage

(Conception logique des systèmes numériques, 2e édition révisée), par Wolfgang Giloi et Hans Liebig.

Table des matières de ce manuel pour étudiants avancés: calcul prévisionnel et algèbre de Boole; algorithmes de Boole; réseaux de distribution; chaînes de distribution; systèmes de distribution asynchrone; systèmes de distribution synchrone et microprocesseurs; etc.

---

[3] *Un volume relié; xii, 328 pages; diagrs. 17 × 24 cm. Publié par* Springer-Verlag, *Heidelberger Platz 3, D-1000 Berlin 33, 1980. Prix: 48 Deutsche marks.*

A TUTORIAL REVIEW OF THE NEW EMI MODELS AND THEIR EFFECTS ON RECEIVER PERFORMANCE[4]

(Etude didactique des nouveaux modèles de perturbations électromagnétiques et leurs effets sur la qualité de fonctionnement des récepteurs), par David Middleton *(NTIA Report CR-80-7).*

De 1974 à 1979, l'auteur a élaboré de nouveaux modèles de perturbations électromagnétiques; pour la première fois, ils constituaient des descriptions quantitatives canoniques, utilisables pour l'analyse, et confirmées par l'expérience de presque tous les milieux électromagnétiques perturbateurs. Ces modèles sont:

1) fondés sur la réalité;

2) canoniques en ce sens que leur structure analytique formelle ne dépend ni de la nature et de la forme d'onde de la source, ni des détails de préparation;

3) très loin de la structure gaussienne;

4) utilisables pour l'analyse et les calculs.

L'étude a pour objet de donner une description didactique des travaux jusqu'à présent accomplis en ce qui concerne ces modèles et leurs applications actuelles ou potentielles. Les détails analytiques son réunis dans un appendice; l'analyse technique complète et les résultats sont spécifiquement mentionnés dans une liste très complète de références sélectionnées.

---

[4] *Un volume broché; vi, 66 pages; tabl., diagrs. 21 × 28 cm. Publié par le* US Department of Commerce, NTIS, *5285 Port Royal Road, Springfield, VA 22161, 1980. Prix: 16 dollars des Etats-Unis.*

DIGITAL COMMUNICATIONS: MICROWAVE APPLICATIONS[5]

(Communications numériques: applications aux hyperfréquences), par Kamilo Feher.

Les faisceaux hertziens numériques ont été mis au point pour assurer la transmission fiable et de haute qualité de signaux vocaux et vidéo numérisés. Ils constituent des moyens de transmission particulièrement utiles pour interconnecter, à grande ou à courte distance, des ordinateurs et d'autres sources de signaux numériques. Dans son ouvrage, l'auteur expose les principes de la transmission et les techniques des systèmes numériques. Il décrit en outre les applications pratiques des faisceaux hertziens numériques en visibilité directe.

Table des matières: environnement des systèmes de transmission; méthodes de modulation numérique; gain de système; principes et applications; exemples de systèmes numériques et hybrides; conception des systèmes numériques en hyperfréquences; techniques de réception en diversité et de commutation de secours; etc.

---

[5] *Un volume relié; xviii, 269 pages; tabl., illustr., diagrs. 18 × 24 cm. Publié par* Prentice-Hall, Inc., *Englewood Cliffs, NJ 07632, 1981.*

ADJUSTABLE SPEED AC DRIVE SYSTEMS[6]

(Systèmes d'entraînement à courant alternatif à vitesse réglable), édité par Bimal K. Bose *(IEEE Press Selected Reprint Series).*

Les dispositifs transistorisés de commande de vitesse des moteurs à courant alternatif sont de plus en plus utilisés dans diverses branches de l'industrie. Avec l'évolution actuelle de la technologie, un large emploi des systèmes d'entraînement à courant alternatif à vitesse réglable semble inévitable dans un proche avenir.

L'ouvrage commence par une section écrite spécialement par l'éditeur, qui fait le point de la technique des systèmes d'entraînement à courant alternatif et formule des prévisions à ce sujet. Suivent 50 documents soigneusement choisis parmi la vaste littérature spécialisée qui traite de la question et qui sont répartis par

sujets: entraînements par moteur à induction (entraînements à convertisseur à commande de phase, entraînements à inverseurs alimentés en tension, entraînements à inverseur alimentés en courant, entraînements à puissance de gisement contrôlée); entraînements par moteur synchrone (entraînements à inverseur alimentés en courant, entraînements commandés par cycloconvertisseur). Le livre s'achève par une liste sélective de références bibliographiques — encore fort nombreuses — également classsées par sujets.

[6] *Un volume relié; x, 449 pages; tabl., illustr., diagrs. 22 × 28 cm. Publié par l'*Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., *345 East 47th Street, New York, NY 10017, 1981.*

COMPARISON OF AVAILABLE METHODS FOR PREDICTING MEDIUM FREQUENCY SKY-WAVE FIELD STRENGTHS[7]

(Comparaison des méthodes utilisables pour prévoir le champ de l'onde ionosphérique hectométrique), par Margo PoKempner *(NTIA Report CR-80-42).*

L'auteur fait l'historique des méthodes utilisées pour prévoir le champ de l'onde ionosphérique hectométrique, et discute brièvement chaque méthode. Les champs mesurés pour 36 trajets de propagation par onde ionosphérique hectométrique sont comparés avec les champs prévus en appliquant différentes méthodes. Basées sur la valeur efficace de l'erreur entre les observations et les prévisions, les courbes du Caire (1938) donnent, pour le monde entier, les meilleures estimations du champ de l'onde ionosphérique dans le cas des très longs trajets. Une nouvelle méthode de prévision uniquement applicable à l'Amérique du Nord et à l'Amérique du Sud permet de mieux évaluer le champ de l'onde ionosphérique dans le cas des trajets de moins de 3500 km.

[7] *Un volume broché; iv, 94 pages; tabl., diagrs. 21 × 28 cm. Publié par le* US Department of Commerce, NTIS, *5285 Port Royal Road, Springfield, VA 22161, 1980. Prix: 19 dollars des Etats-Unis.*

TELECOMMUNICATIONS— TRENDS AND DIRECTIONS[8]

Hyannis, 27-29 May 1980

(Télécommunications — Tendances et orientations, Hyannis, 27-29 mai 1980), édité par *Electronic Industries Association.*

Cet ouvrage est une compilation de communications présentées au cinquième séminaire annuel du même nom, qui s'est tenu aux Etats-Unis, à Hyannis (Massachusetts) du 27 au 29 mai 1980. Il passe en revue les principaux secteurs de l'industrie des télécommunications et donne à leur sujet des projections détaillées.

Relevons parmi les sujets traités: la convergence des télécommunications et du traitement des données; les réseaux modernes de transmission de données; le phénomène de l'ordinateur à domicile ou dans la petite entreprise; les communications par satellite et la réception directe de la télévision par satellite; le réseau numérique; etc.

[8] *Un volume broché; 111 pages; tabl., diagrs. 21 × 28 cm. Publié par* Electronic Industries Association, *2001 Eye Street, NW, Washington, DC 20006, 1980. Prix: 10 dollars des Etats-Unis.*

OPTICAL FIBER TECHNOLOGY, II[9]

(Technologie des fibres optiques, II), édité par Charles K. Kao *(IEEE Press Selected Reprint Series).*

La technologie des fibres optiques a maintenant atteint un stade de maturité tel que la phase de production a commencé et que de nouvelles applications sont régulièrement annoncées. Dans toute une variété de domaines, les spécialistes doivent se tenir au courant des développements de cette technologie qui prend de plus en plus d'importance.

Le livre donne au lecteur une vue d'ensemble des derniers progrès accomplis en matière de fibres optiques. Après avoir consulté des milliers de publications, l'éditeur a choisi 37 des meilleurs articles qu'il a classés par sujets dans les sections suivantes: introduction et considérations générales; théorie du guide d'ondes à fibres optiques; matériaux et fabrication; mesures; câbles à fibres optiques; effets des rayonnements; épissures et coupleurs de connexion; transducteurs à fibres; récepteurs; conception des systèmes; application.

[9] *Un volume relié; viii, 343 pages; tabl., illustr., diagrs. 22 × 28 cm. Publié par l'*Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., *345 East 47th Street, New York, NY 10017, 1981.*

COMPARISONS OF ANALYTICAL AND NUMERICAL CALCULATIONS OF COMMUNICATIONS PROBABILITY[10]

(Comparaisons de calculs analytiques et numériques de la probabilité de communication), par L. A. Berry *(NTIA Report CR-80-41).*

L. A. Berry montre que, avec des données d'entrée identiques, si l'on emploie la formule analytique de Middleton sur la probabilité de communication dans un environnement mobile terrestre ou si l'on emploie le programme d'ordinateur que l'auteur a lui-même conçu pour calculer la probabilité de brouillage, on obtient des résultats identiques. Il compare les hypothèses, les données d'entrée et les résultats de deux modèles. L'hypothèse de Middleton, selon laquelle les sources de brouillage émettent de façon aléatoire et indépendamment les unes des autres, présente un intérêt particulier pour les services mobiles radioélectriques. Les effets d'une plus grande diversité d'hypothèses de départ, rendues possibles par la méthode informatique, sont illustrés numériquement.

Si l'on utilise la formule de Middleton pour calculer la probabilité de brouillage dans un scénario détaillé, il faut déterminer les paramètres du bruit de classe A à partir des descripteurs du scénario. L'auteur explore les méthodes permettant de trouver ces paramètres.

[10] *Un volume broché; vi, 63 pages; tabl., diagrs. 21 × 28 cm. Publié par le* US Department of Commerce, NTIS, *5285 Port Royal Road, Springfield, VA 22161, 1980. Prix: 16 dollars des Etats-Unis.*

TUTORIAL ON STRUCTURED PROGRAMMING: INTEGRATED PRACTICES[11]

(Cours de programmation structurée: pratiques intégrées), par Victor R. Basili et F. Terry Baker.

Ce cours est une version profondément remaniée du cours publié par les mêmes auteurs sous le titre *Structured Programming.* Il a pour objet de décrire un ensemble intégré de techniques utilisables tout au long du processus de mise au point du logiciel. Cet ensemble intégré constitue ce que l'on appelle couramment la méthodologie de programmation structurée, laquelle couvre la conception, la mise au point et la validation du logiciel, ainsi que l'organisation structurelle nécessaire à l'application de la méthodologie en question dans un environnement de production.

La section I donne une vue générale de la question. La section II traite des définitions fondamentales des concepts, en insistant sur la lisibilité et la correction des programmes. La section III traite du processus concret de la conception et de la mise au point. La section IV porte sur la segmentation/modularisation et sur les techniques à suivre pour aboutir à un programme bien segmenté. La section V concerne la procédure de haut en bas, appelée «amélioration itérative». La section VI décrit les bibliothèques de mise au point du logiciel et leur application dans un environnement de programmation particulier. La section VII traite des concepts de revue et d'inspection structurée des programmes. La section VIII concerne l'organisation du personnel et définit la notion d'équipe de programmation structurée en montrant comment elle s'applique à un produit et à un environnement particuliers.

[11] *Un volume broché; vi, 290 pages; tabl., diagrs., illustr. 21 × 28 cm. Publié par l'*IEEE Computer Society, *10662 Los Vaqueros Circle, Los Alamitos, CA 90720, 1981.*

Appels d'offres

Nous serions reconnaissants aux administrations désirant bénéficier de cette rubrique de nous faire parvenir leurs appels d'offres, dans la mesure du possible, trois mois avant la date limite de soumission.

TUNISIE

Le ministère des Transports et des Communications de la Tunisie se propose d'acquérir pour les besoins de ses services des **systèmes permettant la saisie, directement sur bandes magnétiques, des indications fournies par les compteurs téléphoniques** situés dans les centraux automatiques.

Ces bandes magnétiques sont appelées à être traitées par un ordinateur qui établit la facturation téléphonique.

Les entreprises intéressées sont priées de faire parvenir leurs offres, accompagnées de prospectus, à l'adresse ci-après:

«Ministère des Transports et des Communications, Direction des Services communs, Sous-direction de l'approvisionnement, 3 bis, rue d'Angleterre, Tunis (Tunisie)».

Les offres éventuelles doivent comporter les prix FOB et CIF, le délai de livraison et les modalités de paiement.

Communication du CCIR

Indices fondamentaux de la propagation ionosphérique

LES TABLEAUX CI-APRÈS, contenant les valeurs des indices fondamentaux de la propagation ionosphérique, ont été établis par le Secrétariat spécialisé du Comité consultatif international des radiocommunications (CCIR) conformément à la Résolution 4-2 et à l'Avis 371-3 de la XIVe Assemblée plénière du CCIR (Kyoto, juin 1978). Pour accélérer la diffusion des prévisions, le Secrétariat du CCIR prépare mensuellement une circulaire qui peut être transmise aux administrations, vers le 10 de chaque mois, selon les conditions prévues dans la lettre circulaire n° A.C./131 du 14 février 1969. Ces prévisions peuvent être obtenues, à titre gracieux, sur demande adressée au directeur du CCIR, UIT, Place des Nations, CH-1211 Genève 20 (Suisse).

Valeurs observées:

R_{12} (moyenne glissante sur douze mois du nombre de taches solaires)

Année \ Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1980	165	163	162	159	157	155	153	151	150	150	148	143
1981	140	141	143	143	143	141						

I_{F2} (indice ionosphérique)*

Année \ Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1980	145	143	158	154	176	168	155	145	151	183	164	164
1981	130	141	163	172	168	148	134	156	190	185	172	164

* *Pour plus de détails, voir le* Journal des télécommunications *(avril 1964, page 119, et janvier 1966, pages 43-47).*

Φ (flux du bruit solaire moyen mensuel sur 2800 MHz à 17h00 UTC)**

Année \ Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1980	206	200	168	208	224	193	185	166	184	204	218	225
1981	175	204	206	223	195	157	192	221	220	224	208	208

** *Renseignements obligeamment fournis par le «National Research Council», Ottawa.*

Φ_{F2} (indice ionosphérique)***

Année \ Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1980	203	195	197	196	216	218	190	179	181	199	195	197
1981	186	198	201	195	209	177	166	185	209	193	203	195

*** *Pour plus de détails, voir le* Journal des télécommunications *(septembre 1967, pages 354-356 et décembre 1968, pages 678-679).*

Voir également: Joachim M.: «Statistiche Analyse der Werte von Φ_{F2}» — *Kleinheubacher Berichte,* vol. **24** (1981), pages 253-257.

Prévisions:

R_{12}****

Année \ Mois	1	2	3	4	5	6
1982	121	119	117	114	112	110

**** *Renseignements obligeamment fournis par le Dr A. Koeckelenbergh, Sunspot Index Data Center, Bruxelles.*

Estimation de l'erreur sur les prévisions, six mois d'avance, de R_{12}: ± 9.

I_{F2}*****

Année \ Mois	1	2	3	4	5	6
1982	152	149	145	142	138	(134)

***** *Renseignements obligeamment fournis par le «Science Research Council, Appleton Laboratory», Slough.*

La valeur prévue six mois à l'avance est donnée entre parenthèses.

Φ ******

Année \ Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1982	199	192	192	193	190	181	170	164	164	167	168	164
1983	157											

Φ_{F2}******

Année \ Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1982	190	184	185	188	188	182	172	164	162	164	166	163
1983	157											

****** La méthode de prévision élaborée par le Secrétariat du CCIR a de nouveau été légèrement modifiée depuis septembre 1979. La méthode a été vérifiée par comparaison des données mesurées et des données prévues, d'octobre 1977 à aujourd'hui. Ces modifications seront publiées après vérification de la méthode pendant une période complémentaire de plusieurs mois.

Informations officielles

ACTES FINALS DE LA CONFÉRENCE ADMINISTRATIVE MONDIALE DES RADIOCOMMUNICATIONS (GENÈVE, 1979)

Le gouvernement de la **République Populaire de Chine** a approuvé les actes précités.

VACANCES D'EMPLOIS

Des lettres circulaires, adressées aux Membres de l'Union, annoncent la mise au concours:

- d'un poste de **chef de section, grade G.7,** à pourvoir au Secrétariat général dès que possible (lettre circulaire n° 457 du 15 janvier 1982; avis de vacance n° 1-1982 UIT; date limite pour la présentation des candidatures: 15 avril 1982);
- d'un poste d'**assistant du conseiller juridique, grade P.3,** à pourvoir au Secrétariat général dès que possible (lettre circulaire n° 458 du 15 janvier 1982; avis de vacance n° 2-1982 UIT; date limite pour la présentation des candidatures: 15 avril 1982).

Seules les candidatures présentées par l'entremise des administrations peuvent être prises en considération; elles doivent être accompagnées d'une notice personnelle de l'UIT et envoyées au Secrétariat général de l'UIT, Place des Nations, CH-1211 Genève 20 (Suisse), au plus tard à la date limite indiquée ci-dessus.

COOPÉRATION TECHNIQUE

Recrutement d'experts

Des lettres circulaires, adressées à tous les Membres de l'Union, annoncent la mise au concours:

- d'un poste de **conseiller en télécommunications,** à pourvoir dès que possible, pour 15 mois, au Département des postes et télécommunications de la République du Zaïre. Lieu d'affectation: Kinshasa (lettre circulaire n° 455 du 14 janvier 1982; avis de vacance de poste d'expert TC 01/82 ZAI-565; date limite pour la présentation des candidatures: 6 avril 1982);
- d'un poste de **coordonnateur de projet/conseiller principal en planification et organisation de la formation professionnelle,** à pourvoir en juillet 1982, pour un an, avec possibilité de prolongation, à la *Telecommunications Corporation* du Royaume Hachémite de Jordanie. Lieu d'affectation: Amman (lettre circulaire n° 456 du 15 janvier 1982; avis de vacance de poste d'expert TC 02/82 JOR-565; date limite pour la présentation des candidatures: 9 avril 1982).

Seules les candidatures présentées par l'entremise des administrations peuvent être prises en considération; elles doivent être accompagnées d'un *curriculum vitae* et envoyées au Secrétariat général de l'UIT, Place des Nations, CH-1211 Genève 20 (Suisse), au plus tard aux dates limites indiquées ci-dessus.

CALENDRIER DES CONFÉRENCES OU RÉUNIONS DE L'UIT

DATE	TITRE	LIEU
1982		
	Comité consultatif international télégraphique et téléphonique (CCITT):	
26 janvier-3 février	Groupes de travail de la Commission d'études I (Définition et questions relatives à l'exploitation des services de télégraphie et de télématique (télécopie, télétex, vidéotex, etc.))	Genève
3-10 février	Commission du Plan pour l'Asie et l'Océanie	Manille
8-12 février	Groupe de travail II/3 (Numérotage, acheminement et interfonctionnement)	Genève
10-13 février	Groupe TAS (Tarification pour l'Asie et l'Océanie)	Manille
17-25 février	Groupe d'experts sur les questions relatives au RNIS de la Commission d'études XVIII	Munich
9-16 mars	Groupe de travail VII/3 (Interfonctionnement, commutation et signalisation dans le réseau)	Melbourne
9-26 mars	Groupe de travail VII/5 (Aspects du réseau)	Melbourne
16-19 mars	GAS 3 (Aspects économiques et techniques du choix des systèmes de transmission)	Genève
17-19 mars	Comité de coordination de la Commission du Plan pour l'Afrique	Yaoundé
30 mars-6 avril	Groupes de travail de la Commission d'études XV (Systèmes de transmission)	Genève
14-16 avril	GAS 8 — Auteurs	Genève
19-21 avril	GAS 8 (Impacts économiques et techniques de la mise en œuvre d'un réseau régional de télécommunications par satellite)	Genève
10-14 mai	Groupes de travail VII/1 (Catégories de services et services complémentaires dans le réseau) et VII/2 (Interfaces d'accès au réseau)	Genève
10-14 mai	Groupes de travail II/1 (Exploitation et services supplémentaires) et II/2 (Facteurs humains)	Genève
11-14 mai	GAS 4 (Sources primaires d'énergie)	Genève

DATE	TITRE	LIEU
11-14 mai	Groupe de travail RA/TV (Maintenance de transmissions radiophoniques et télévisuelles) de la Commission d'études IV (Maintenance pour la transmission des lignes, des circuits et des chaînes de circuits internationaux; maintenance des réseaux automatiques et semi-automatiques)	Genève
17-19 mai	Groupe de travail IV/1 (Maintenance des circuits de type téléphonique)	Genève
17-21 mai	GAS 5 (Problèmes économiques et sociaux liés au développement des télécommunications)	Rome
17 mai-4 juin	Groupes de travail de la Commission d'études XI (Commutation et signalisation téléphoniques)	Genève
20-21 mai	Groupe de travail IV/3 (Organisation de la maintenance)	Genève
24-26 mai	Groupe de travail IV/2 (Equipements de mesure)	Genève
31 mai-4 juin	GAS 9 (Aspects économiques et techniques du passage d'un réseau analogique de télécommunications à un réseau numérique)	Genève
1-4 juin	Groupe de travail «Directives» de la Commission d'études V	Genève
2 juin	Groupe de travail «Manuel de téléphonométrie» de la Commission d'études XII	Genève
3-7 juin	Groupe de travail «Laboratoire» de la Commission d'études XII	Genève
7-23 juin	Groupes de travail de la Commission d'études III (Principes généraux de tarification)	Genève
8-11 juin	Commission d'études XII (Qualité de la transmission téléphonique et réseaux téléphoniques locaux)	Genève
10-22 juin	Commission d'études XVIII (Réseaux numériques)	Genève
14-16 juin	Commission d'études XVI (Circuits téléphoniques)	Genève
21 juin-2 juillet	Groupes de travail de la Commission d'études XI (Commutation et signalisation téléphoniques)	Genève
6-8 septembre	GAS 7 (Télécommunications rurales)	Genève
14-16 septembre	Comité de coordination de la Commission du Plan pour l'Europe et le Bassin méditerranéen	Athènes
21-23 septembre	CMBD (Bruit de circuit et disponibilité)	Genève
29 septembre-1 octobre	Groupe de travail IV/5 (Maintenance de systèmes)	Genève
4-6 octobre	Groupe de travail IV/4 (Investigations et manuel de maintenance du réseau)	Genève
5-15 octobre	Commission d'études IX (Réseaux et équipements terminaux télégraphiques)	Genève
18-22 octobre	Commission d'études XVII (Communication de données sur le réseau téléphonique)	Genève
25-29 octobre	GAS 5 (Problèmes économiques et sociaux liés au développement des télécommunications)	Genève
1-5 novembre	Groupes de travail II/4 (Ingénierie du trafic, planification des réseaux, prévisions) et II/5 (Qualité de service et gestion des réseaux)	Genève
2-8 novembre	Groupe de travail «Directives» de la Commission d'études V	Genève
8-19 novembre	Groupe TEUREM (Tarification pour l'Europe et le Bassin méditerranéen)	Genève
9-12 novembre	Commission d'études V (Protection contre les dangers et les perturbations électromagnétiques)	Genève
15-17 novembre	GAS 8 (Impacts économiques et techniques de la mise en œuvre d'un réseau régional des télécommunications par satellite) — Auteurs	Genève
15-18 novembre	Commission d'études VI (Protection et spécifications des enveloppes de câbles et des poteaux)	Genève

DATE	TITRE	LIEU
16-26 novembre	Commission d'études VIII (Equipements terminaux pour services de télématique (télécopie, télétex, vidéotex, etc.))	Genève
23 novembre-3 décembre	Commission d'études XV (Systèmes de transmission)	Genève
29 novembre-10 décembre	Commission d'études XI (Commutation et signalisation téléphoniques)	Genève
6-10 décembre	GAS 9 (Aspects économiques et techniques du passage d'un réseau analogique de télécommunications à un réseau numérique) — Auteurs	Genève
7-17 décembre	Commission d'études VII (Réseau de communication de données)	Genève
	Commissions mixtes des deux CCI: CMBD (voir sous CCITT) Commissions du Plan (voir sous CCITT)	
15-26 février	**XV[e] Assemblée plénière du CCIR**	**Genève**
19 avril-7 mai	**37[e] session du Conseil d'administration**	**Genève**
23 août-17 septembre	**Conférence administrative régionale de radiodiffusion sonore en modulation de fréquence dans la bande des ondes métriques (Région 1 et certains pays concernés de la Région 3)**	**Genève**
28 septembre-5 novembre	**Conférence de plénipotentiaires**	**Nairobi**
1983		
26 octobre-1 novembre	**TELECOM 83**	**Genève**

Publications de l'UIT

Les lettres ci-après indiquent les langues dans lesquelles les documents sont publiés:

F *pour le français*
E *pour l'anglais*
S *pour l'espagnol*
R *pour le russe*
C *pour le chinois*

Les prix s'entendent en francs suisses.

Note

Une liste complète de toutes les publications de l'Union sera fournie, gratuitement, sur demande adressée au Secrétariat général de l'UIT, Genève.

Publications sorties de presse depuis la parution du dernier numéro du Journal

IFRB
Comité international d'enregistrement des fréquences

Horaire provisoire de radiodiffusion à ondes décamétriques — Mars 1982 — M(1982)

Période: 7 mars-2 mai 1982

Edition trilingue **F, E, S.**

CCITT
Comité consultatif international télégraphique et téléphonique

VII[e] Assemblée plénière, Genève 1980

Livre jaune

Tome VI

Fascicule VI.4 — Spécifications des systèmes de signalisation R1 et R2. Recommandations Q.310 à Q.490

(**F** = *ISBN 92-61-01082-2*
E = *ISBN 92-61-01081-4*
S = *ISBN 92-61-01083-0*)

Prix: 40 fr.s.

Fascicule VI.7 — Langage de spécification et de description fonctionnelles (LDS). Avis Z.101 à Z.104

Langage homme-machine (LHM). Avis Z.311 à Z.341

(**F** = *ISBN 92-61-01112-8*
E = *ISBN 92-61-01111-X*
S = *ISBN 92-61-01113-6*)

Prix: 42 fr.s.

Tome VII

Fascicule VII.1 — Transmission et commutation télégraphiques. Avis des séries R et U

(**F** = *ISBN 92-61-01132-2*
E = *ISBN 92-61-01131-4*
S = *ISBN 92-61-01133-0*)

Prix: 59 fr.s.

Fascicule VII.2 — Equipements terminaux pour les services de télégraphie et de télématique. Avis des séries S et T

(**F** = *ISBN 92-61-01142-X*
E = *ISBN 92-61-01141-1*
S = *ISBN 92-61-01143-8*)

Prix: 59 fr.s.

Editions séparées en **F, E, S.**

Publications en préparation

Actes finals de la Conférence administrative mondiale des radiocommunications (Genève, 1979)
Editions séparées en **R, C.**

Annuaire statistique des télécommunications du secteur public (9e édition, séries chronologiques 1971-1980)
Edition trilingue **F, E, S.**

Nomenclature des stations fixes qui assurent des liaisons internationales (Liste II) (10e édition, février 1979) (Suppléments 8 à 14)
Edition trilingue **F, E, S.**

Manuel à l'usage des services mobile maritime et mobile maritime par satellite (édition 1982)
Editions séparées en **F, E, S.**

Liste des adresses (7e édition — décembre 1981)
Edition trilingue **F, E, S.**

Liste des voies d'acheminement des communications téléphoniques internationales (22e édition — 1982)
Edition trilingue **F, E, S.**

Termes relatifs aux services mobiles (GLOS/3) (1981)
Edition trilingue **F, E, S.**

Nomenclature des stations de navire (Liste V) (22e édition, 1982)
Edition trilingue **F, E, S.**

IFRB
Comité international d'enregistrement des fréquences

Horaires de radiodiffusion à ondes décamétriques (publication trimestrielle)
Edition trilingue **F, E, S.**

Résumé des renseignements provenant du contrôle des émissions reçus par l'IFRB
N° 211
Edition trilingue **F, E, S.**

Liste internationale des fréquences (10e édition, février 1979) (Suppléments 8 à 14)

Préface
Editions séparées en **F, E, S.**
Vols. I-Vd)
Edition multilingue **F, E, S, R, C.**

CCIR
Comité consultatif international des radiocommunications

Recueil de diagrammes d'antennes (1981)
Editions séparées en **F, E, S.**

CCITT
Comité consultatif international télégraphique et téléphonique

Raccordement des conducteurs de câbles de télécommunications (1re édition, 1982)
Editions séparées en **F, E, S.**

VIIe Assemblée plénière, Genève 1980

Livre jaune

Tome I — Procès-verbaux et rapports de la VIIe Assemblée plénière du CCITT — Résolutions et vœux émis par le CCITT — Tableau général des commissions et des groupes de travail pour la période 1981-1984 — Tableau récapitulatif des titres abrégés des questions à l'étude pendant la période 1981-1984 — Texte des avis (série A) relatifs à l'organisation des travaux du CCITT — Texte des avis (série B) relatifs aux moyens d'expression — Texte des avis (série C) relatifs aux statistiques générales des télécommunications
Prix: 59 fr.s.

Tome V — Qualité de la transmission téléphonique. Avis de la série P (Commission XII)
Prix: 35 fr.s.

Tome VI.1 — Avis généraux sur la commutation et la signalisation téléphoniques — Interface avec le service maritime. Avis Q.1 à Q.119 (Commission XI)
Prix: 42 fr.s.

Tome VI.3 — Spécifications du système de signalisation n° 6. Avis Q.251 à Q.295 (Commission XI)
Prix: 42 fr.s.

Tome VI.4 — Spécifications des systèmes de signalisation R1 et R2. Avis Q.310 à Q.480 (Commission XI)
Prix: 40 fr.s.

Tome VI.5 — Centraux numériques de transit pour applications nationales et internationales — Interfonctionnement des systèmes de signalisation. Avis Q.501 à Q.685 (Commission XI)
Prix: 49 fr.s.

Editions séparées en **F, E, S.**

CONDITIONS DE VENTE

Modes de paiement:

1. **Pour la Suisse:** au compte de chèques postaux de l'UIT, GENÈVE 12-50
2. **Pour tous les autres pays:**

a) par mandat postal international,
b) par bons de livres UNESCO,
c) par virement bancaire sur la Société de Banque Suisse à Genève.

(On peut également faire usage de chèques libellés dans d'autres monnaies librement convertibles en francs suisses, à condition que la conversion du chèque permette de couvrir le montant de l'achat au prix fixé en francs suisses.)

Les commandes et les chèques doivent être envoyés à l'adresse ci-après:

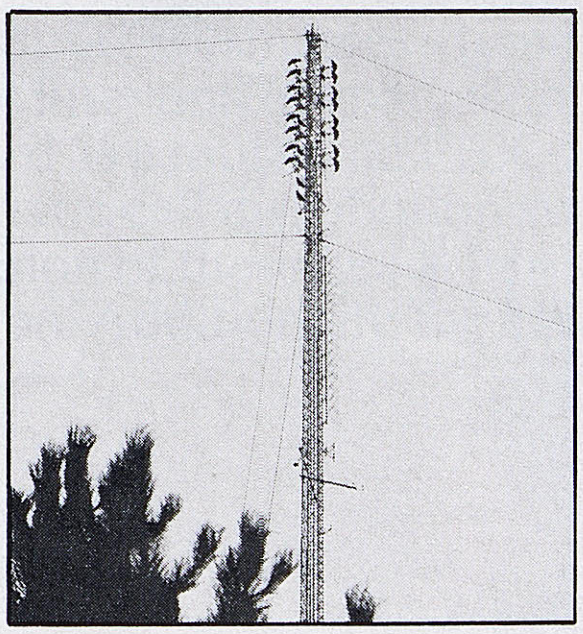
Union internationale des télécommunications
Place des Nations, CH-1211 Genève 20 (Suisse)

Les commandes de documents adressées au Secrétariat général de l'UIT sont payables d'avance. Le prix des documents commandés doit être versé, en francs suisses, au moment de la commande.

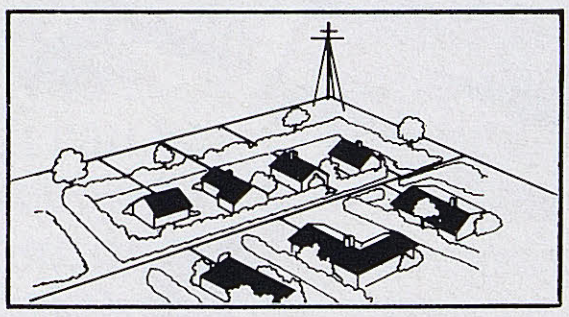
Les prix indiqués comprennent les frais d'emballage et les frais de port par voie de surface.

A TV transmission with nerve and fibre. NKT fibre links get the signal home.

The Royal Danish Ballet. Long loved by ballet enthusiasts. When a performance is broadcast to its home audience the signals are carried by optical transmission systems over the first few crucial kilometres to the antenna mast.



The Danish PTT built the line used by Danmarks Radio TV. A 140 Mbit/s optical link using NKT optical transmitters, receivers and fibres. Insensitive to any ambient noise in busy Copenhagen, the line carries the signal at full studio quality to the point of transmission.



Operators of Community Antenna TV systems are asking us to do the same for them in areas served from well-placed but remote antennas. Some are planning links between their CATV systems so as to exchange signals received.

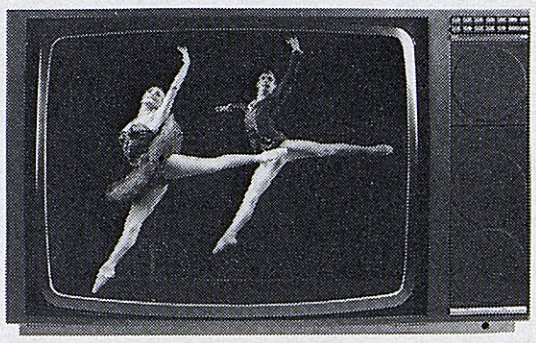
Links to the future

Our terminal equipment is also available with telecommunications interface in accordance with CCIT (1976) Rec. G 703.

The Danish Telecommunication Administrations use our digital systems in their trunk lines. This may well be the first steps towards an integrated wideband network carrying TV, radio, data, alarms, telephones and new services not yet known.

Leaders focus on reliability, capacity, versatility and total systems economy.

Join men of light and leading. Contact us for detailed information.



NKT

Aktieselskabet Nordiske Kabel- og Traadfabriker

7, La Cours Vej • DK 2000 Copenhagen F
Tel. +45 1 87 12 34 • Telex: 27121 nkt dk

In the past the choice of a business telephone system was restricted to a conventional private branch exchange or a key system...

but

PHILIPS Business Systems

not any more.

TMC's new KBX100* Key Business Exchange meets all needs in one versatile, standardised package. Installations are configured and programmed, from standard modules, to meet the precise requirements of individual subscribers – and extension users.

KBX100 employs the power and flexibility of stored-program control, using a microprocessor and non-volatile memories and custom-designed LSI circuits especially developed by TMC to achieve a truly evolutionary system.

KBX100 is the business telephone system offering versatility and a wide range of options in a compact, economic package.

It provides the complete answer to the needs of a very wide sector of commerce and industry.

Based on a 100-port design the one system provides comprehensive telephone facilities for the small user – for example two exchange lines and four extensions – right through the range of configurations up to the needs of larger businesses – typically 16 exchange lines and 68 extensions. It can be configured as a multi-line PBX, a key system, an automatic call distribution system, or any combination of these needs in a single installation. Additionally, the chief/secretary facilities offered by KBX100 upgrade the performance of existing PABXs, by operating as a satellite to enhance their convenience and efficiency.

Telephone administrations, too, are profiting from the economies inherent in the KBX100 concept. Stored-program control, combined with standard, factory-built and -tested systems and modules, means that widely-varying requirements can be satisfied from minimal inventories.

Simplicity of 4-wire cabling means that installation and servicing are particularly speedy and straight-forward, and so are subsequent modifications or extensions to the original installation. And the additional benefit of 2-wire operation extends the flexibility of the system to include industry standard telephone instruments.

Programming and fault-finding are carried out with equipment designed to make the tasks simple and certain. Furthermore, KBX100 requires no routine maintenance – thanks to fully-proven micro-processor control and LSI chips developed especially for the system.

- A choice of configurations and pre-programmed facilities from one versatile, standardised system.
- Economic, modular growth up to 100 extensions.
- Fast installation with 2-wire and 4-wire simplicity.
- No routine maintenance.
- Supported by comprehensive customer programming equipment.

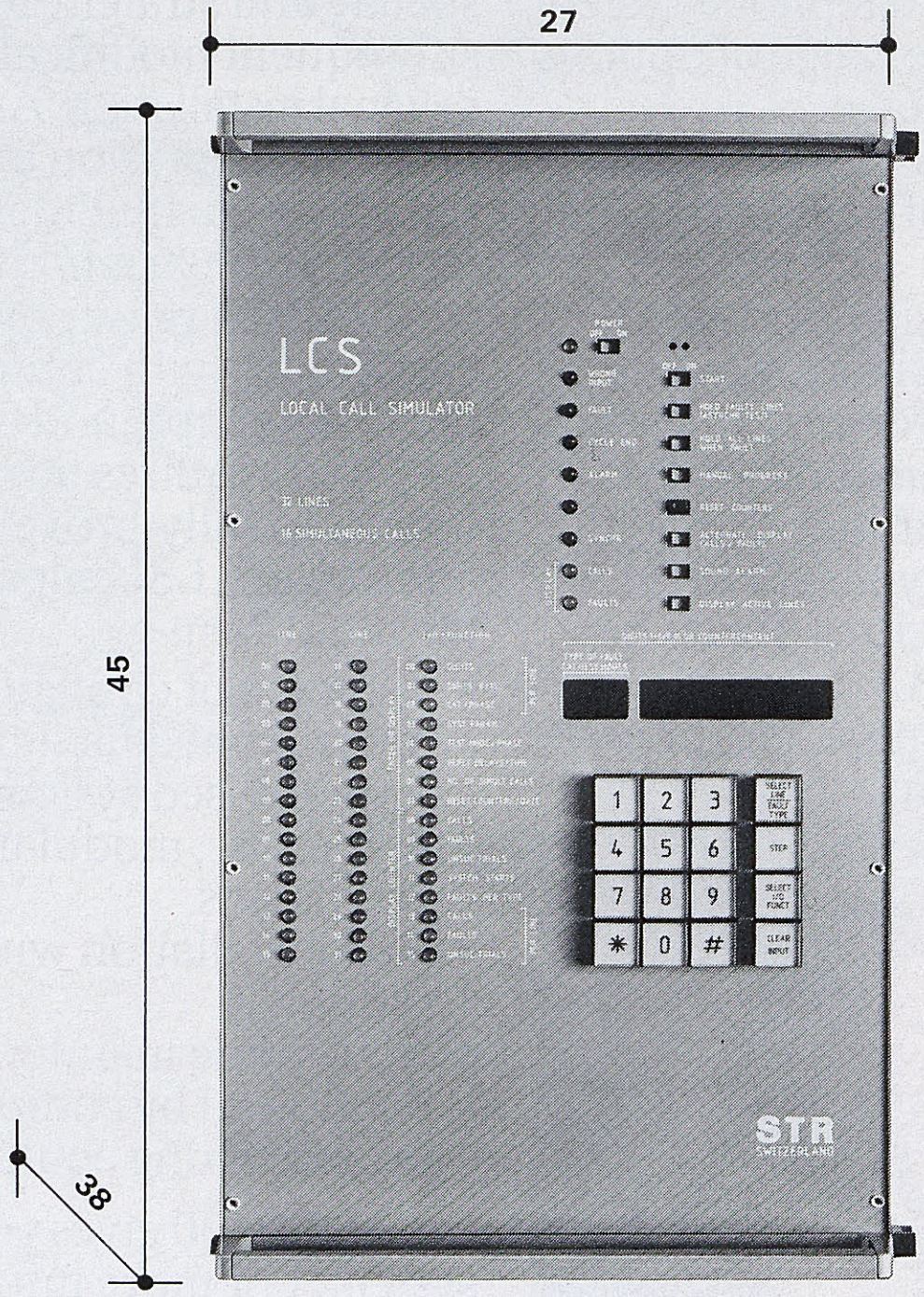
KBX100 gives you all you need in one system. For more information write or call:

TMC Limited

A Division of Philips Business Systems, Marketing Division, Swindon Road, Malmesbury, Wiltshire, England SN16 9NA.
Telephone: Malmesbury (06662) 2861. Telex: 44208 TMCMAL G.

*Trade Mark. KBX100 is supplied to British Telecom as a standard equipment under the registered name of Herald.

Ever since STR introduced its fully electronic UCS call simulator for transit exchanges, more and more customers have been looking for similar test equipment for local exchanges.
So STR is now making the LCS, which is four times faster than any electromechanical simulator, far more reliable, capable of testing any local exchange, self-diagnosing and no bigger or heavier than a portable typewriter.



The LCS call simulator from STR can test any type of local exchanges. It is hence universally suitable.
Without changing software. Without modifying hardware. And it fits perfectly into existing programme routines.

Four times faster than any electromechanical simulator.
Because test programmes can be limited to those phases of call set-up which are absolutely necessary. Because 16 calls are possible at the same time. And because pushbutton and pulse dialling are freely selectable.

Far more reliable than any electromechanical simulator.
The LCS makes virtually no mistakes – thanks to the incomparably greater precision of electronics.

Fully electronic instead of electromechanical.
Microprocessors have taken over the functions of faultprone relays and provide the same capacity, precision and reliability for which STR's outstandingly successful UCS simulators for transit exchanges are famous all over the world.

Up to 32 connections.
With 16 simultaneous calls, local or outgoing. Set up synchronously or at random. If more synchronous calls are necessary, several LCS simulators can simply be switched in parallel.

Fault analysis.
Identified faults are shown on an illuminated display. With its printer peripheral the LCS can also provide data for statistical evaluation. It is therefore ideal for grade of service tests during installation, at handover, before start-up and for the maintenance of any local exchange.

Automatic, fault-free, no supervision.
The self-diagnosing programme built into the LCS signals any operating malfunction immediately.

Dimensions: 45 x 38 x 27 cm.
Weight: 16 kg.
The LCS is designed for maximum mobility. It is therefore extremely handy, exceptionally robust and needs no maintenance.

STR will gladly send you:
Information on the LCS ☐
Information on the UCS ☐

Standard Telephon und Radio AG
CH-8055 Zurich/Switzerland
Friesenbergstrasse 75

Company _____
Address _____
_____
Executive _____

Standard Telephon und Radio AG **STR** An ITT Associate

Dr. Juchli 773 STR

Beat the high cost of cable with pair gain.

Don't add more cable. Maximize your existing capacity with pair gain equipment from R-TEC.

For much less than the cost of more cable, you can get more subscribers on your lines sooner.

It's no wonder that R-TEC pair gain products provide an almost immediate return on investment.

As temporary relief to increased service demands, or as planned facility reinforcement, R-TEC Pair Gain Products present an economic alternative to today's inflationary construction costs.

The world's largest manufacturer of pair gain systems offers you the greatest variety of products to address your service demands:

1 **The AML® system.** Doubles cable pair capacity. Choice of four subscriber modules for versatility and ease of expansion.

2 **The AML-II.®** Even greater application range than AML. For high rises, mobile home parks, some key systems, second line service.

3 **The CM-T.™** Analog trunk and special service carrier. In four-wire, four-wire or two-wire E&M, or One-Way Loop Dial.

4 **The CM-8.®** Eight-channel station carrier. A compandored, double sideband, amplitude modulated system for fast, efficient and economical cable relief.

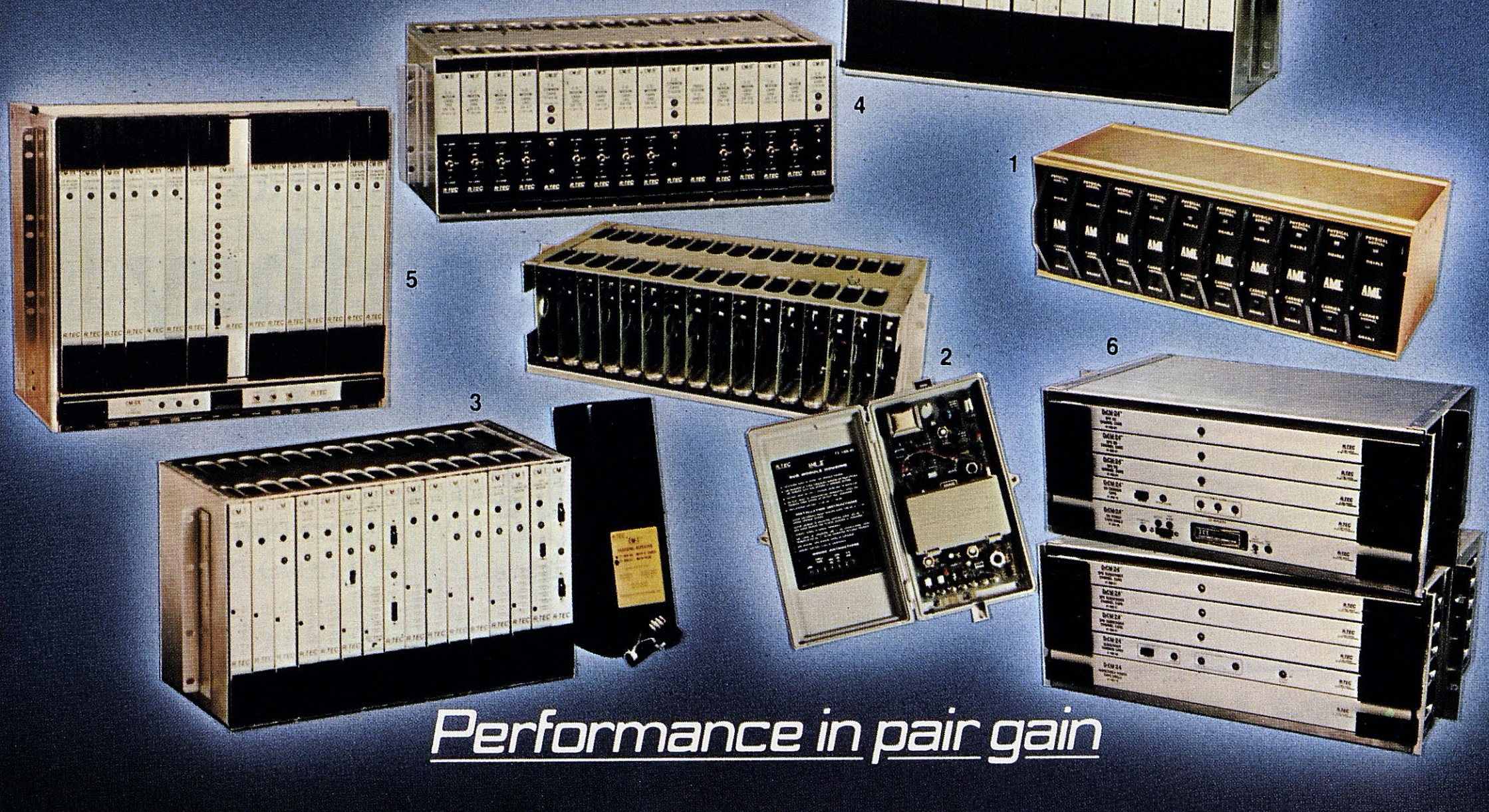
5 **The CM-8X.™** Six 8-channel systems—48 private lines in centralized, point-to-point or 4 or 8 channel drop distribution.

6 **The DCM-24.™** Serves up to 24 circuits over one T1 span line. Fully CO-powered with distributive capabilities in smallest design available.

FOR MORE DETAILS, contact your R-TEC representative or Marketing Services Dept.

R-TEC SYSTEMS · 2100 Reliance Parkway
Bedford, Texas 76021
817/267-3141 · TWX 910/890-5714

RELIANCE COMM/TEC



Performance in pair gain

How can they communicate when they don't even use the same alphabet?

Philips Telecommunications

International alphabet No. 2 (Baudot) is the language of most teleprinters. Word processors communicate using international alphabet No. 5 (ASCII). Besides lacking a common language, they communicate at different speeds - anywhere from 50 to 9600 bps. So, how do you build an integrated business communications network given the variety of terminals found in a typical office?

Automatic message switching- the key to integrated non-voice communications.

One very effective way is with an in-house message exchange such as the Philips DSX-40. Essentially a communications computer for telex, text and data traffic, the DSX-40 functions as an organization's 'electronic postman' - an intelligent controller for non-voice communications, which collects and distributes messages, memos, letters and other documents electronically from office to office.

Teleprinters, word processors and other data terminals communicate with the DSX-40 switching system (rather than with each other) on a store-and-forward basis. Each incoming message is automatically accepted and stored by the system. While the message is in storage, the DSX-40 automatically converts transmission codes and speeds, as required, and forwards the message without operator intervention to the receiving terminal(s).

Night traffic, dialog communication, PABX interface.

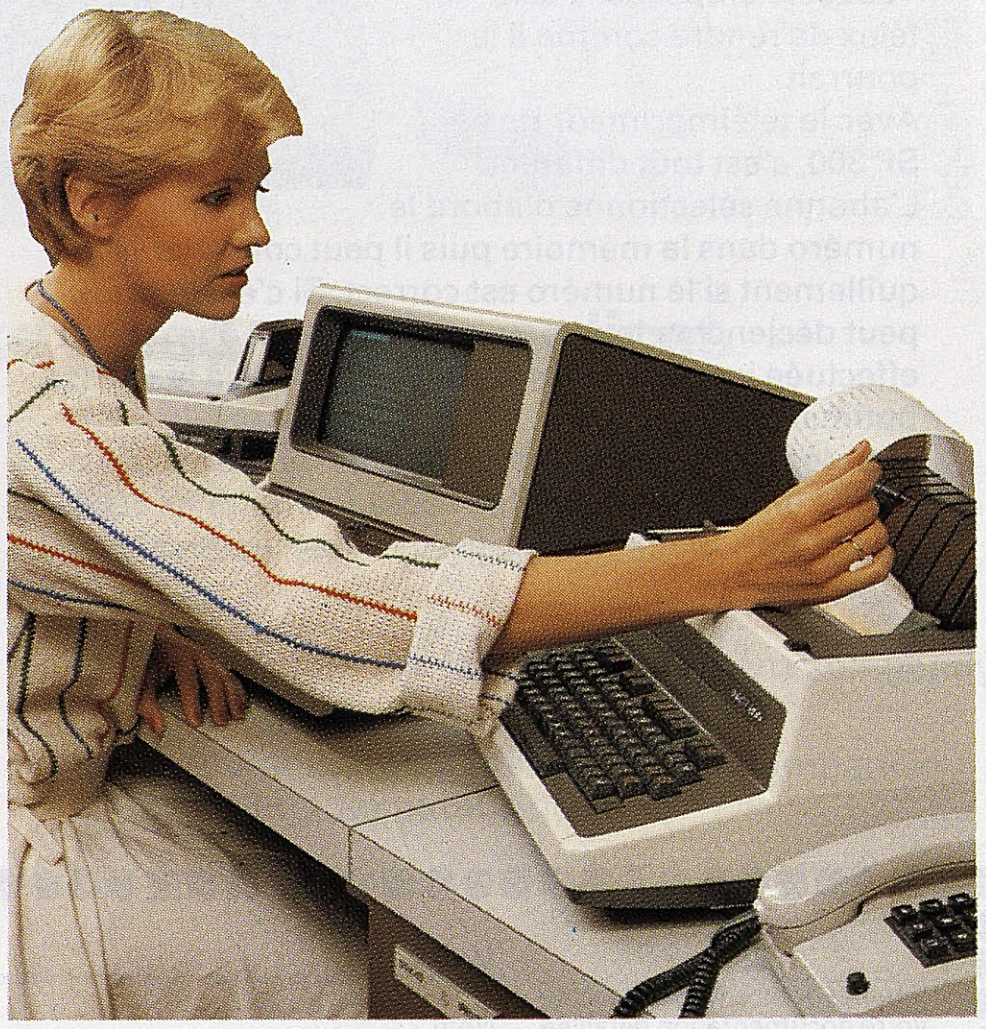
The DSX-40 however does a great deal more than code and speed conversion. It can route messages on the basis of abbreviated codes, according to three levels of priority (at night, for example) and to multiple or groups of addressees. In addition to store-and-forward switching, the system offers a dialog mode of operation for real-time communication. Where desired, a DSX-40 can even be interfaced to a telephone PABX to provide integrated handling of all your organization's communications traffic - voice and non-voice.

Start by automating 2 or 3 telex lines.

Of course, for many firms the first step towards the 'electronic office' will take place in the telex room. There too, the DSX-40 provides a significantly better way to communicate, substituting automatic store-and-forward message switching for conventional manual routing. A modular, microprocessor-based design concept lets you start by automating as few as 2 or 3 telex lines, meeting additional telex, text or data communication requirements as your office of the future takes shape.

Further questions? We look forward to answering them at Philips Telecommunications, P.O. Box 32, 1200 JD Hilversum, the Netherlands. Telex 43712.

Philips DSX-40
Switch now or later



PHILIPS

PHILIPS

Télécommunications Hasler

Avec le téléimprimeur Hasler SP 300, vous avez la sélection préparée. Cela épargne à vos registres de central télex beaucoup de temps d'occupation improductif.

Vous savez fort bien comment s'effectue la sélection sur les télex conventionnels. Chaque abonné sélectionne à son propre rythme, c'est-à-dire la plupart du temps trop lentement. Quelquefois même, il se trompe. Tout cela empêche le central télex de rendre comme il le pourrait.

Avec le téléimprimeur Hasler SP 300, c'est tout différent. L'abonné sélectionne d'abord le numéro dans la mémoire puis il peut contrôler tranquillement si le numéro est correct. Si c'est le cas, il peut déclencher la sélection proprement dite qui est effectuée instantanément par la mémoire à la vitesse optimale.

Pour les 15 correspondants les plus fréquents, c'est même encore plus simple avec la mémoire de sélection rapide. Si un numéro est occupé, la sélection peut se répéter par simple pression sur la touche de répétition.

Bien entendu, il y aurait encore beaucoup à dire sur le téléimprimeur Hasler SP 300. Par exemple la simplification qu'il vous apporte dans la gestion des stocks et l'entretien car, bien qu'il se convertisse de télex en terminal informatique par simple pression sur un bouton, le hardware du SP 300 reste le même.

Et en outre, il peut commuter des caractères latins et des caractères arabes ou cyrilliques etc., sans parler de la simplicité de traitement des textes, du conditionnement des fins de lignes et du répondeur d'appels.

Nous nous ferons un plaisir de vous donner tous les détails sur tout ceci et bien d'autres choses encore.

Il vous suffit de demander notre documentation détaillée.

Hasler SA, Dépt. Information
Belpstrasse 23, CH-3000 Berne 14
Téléphone 031 65 2111
Télex 32413 hawe ch

Veuillez nous envoyer de suite votre documentation détaillée sur le téléimprimeur Hasler SP 300.

Maison _____

Nom _____

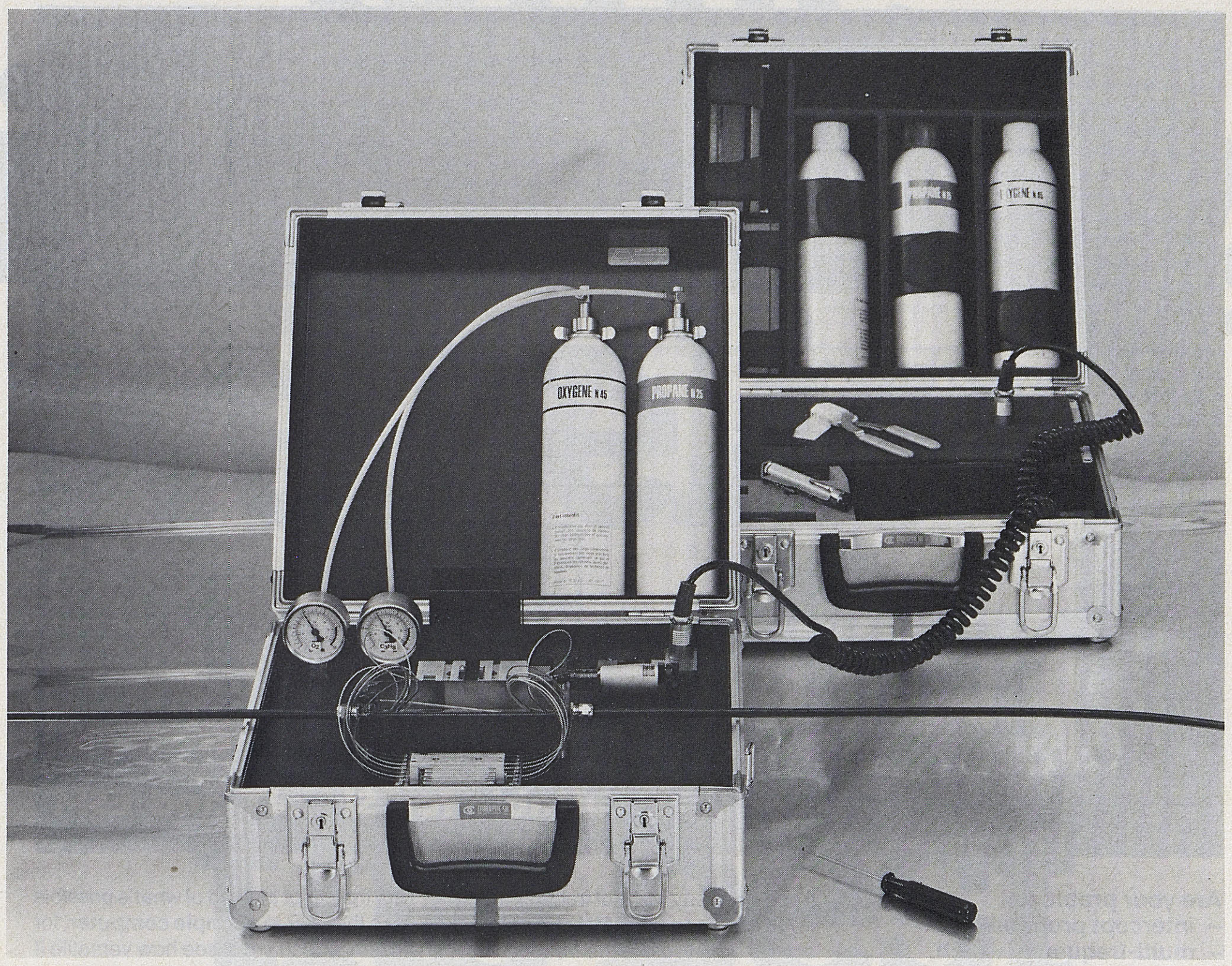
Adresse _____

NPA/lieu _____

Hasler

THE REVOLUTIONARY SPLICING MACHINE

For optical fibres and cables...



...using a flame to make good quality splices

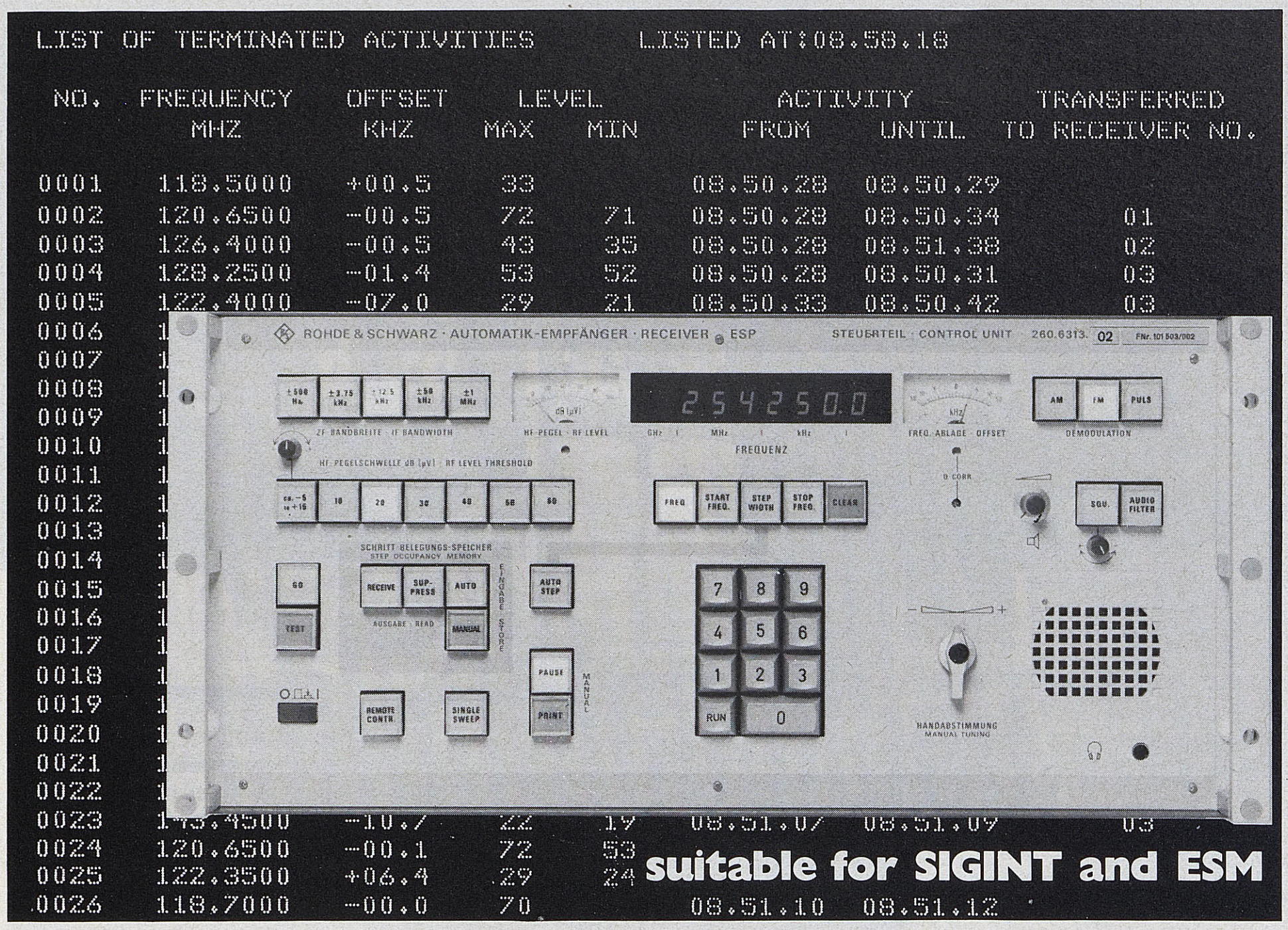
- Total autonomy for field use.
- Automatic centring eliminates need for precise mechanical alignment of fibres.
- Visual monitoring of joint quality throughout splice operation.
- Straight forward operation.
- **Very** small losses.
- Highly reproducible results without readjustments.
- Housing and resheathing problems elegantly solved.
- Already used by many leading companies and national authorities.

For more information, contact :

CABLOPTIC SA

CH-2016 Cortaillod – Switzerland – Phone 0041/38/441122 – Telex 35199 cabco ch

R&S radiomonitoring
Automatic receiver ESP



suitable for SIGINT and ESM

Are your problems
- **intercept probability,**
- **multi-frequency watch,**
- **high-speed channel access,**
- **busy-channel occupancy,**
- **accurate channel resolution?**

They're problems of the past, the processor-controlled, automatic receiver ESP masters them all; after all it was design-dedicated to the mission.

It searches any width of frequency band from **10 kHz to 2500 MHz** for signal activity and displays the frequencies it finds with level and offset from nominal frequency or feeds out the information all ready for a computer. **As many as 1000 frequency channels can be checked for occupancy in just one second.** And because it has built-in "intelligence" the ESP can handle a lot of tasks without a computer. Operation is easy – all the control settings are entered with lightup buttons with easy-to-understand labels. Link a simple, numerical tape printer to the ESP and you already have a complete **mini system.**

But that's not the end of what's possible – tie the ESP to a **simple computer,** for instance, and you'll see how versatile it can be in a full-scale radiomonitoring system.
We can also provide suitable antennas, slave receivers, direction finders and many other peripherals. There's **applications software** ready and waiting, and if you have **special needs** we'll customize the software for you.
Call or write to one of our 80 representatives worldwide – **an automatic receiving system can be cheaper than you think.**

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG
Postfach 80 14 69
D-8000 München 80
Federal Republic of Germany

Telex 523 703 (rus d)
Phone internat. +(4989) 4129-1
Independent concern
(established 1933)
represented in 80 countries

ROHDE & SCHWARZ
Electronic measurements · Broadcasting
Radio communications · Radiomonitoring

Quite impartially, we believe we offer the best advice.

British Telconsult is the consultancy service of British Telecom. And because we have no manufacturing interests, we are quite impartial when it comes to providing a consultancy service for the latest developments in telecommunications.

At present we are involved with 47 countries round the world covering every aspect of telecommunications business, from switching and transmission to administration.

If you want to know more about us, call 01-588 3013 (or if calling from outside the United Kingdom +441 588 3013).
Telex: 887523.

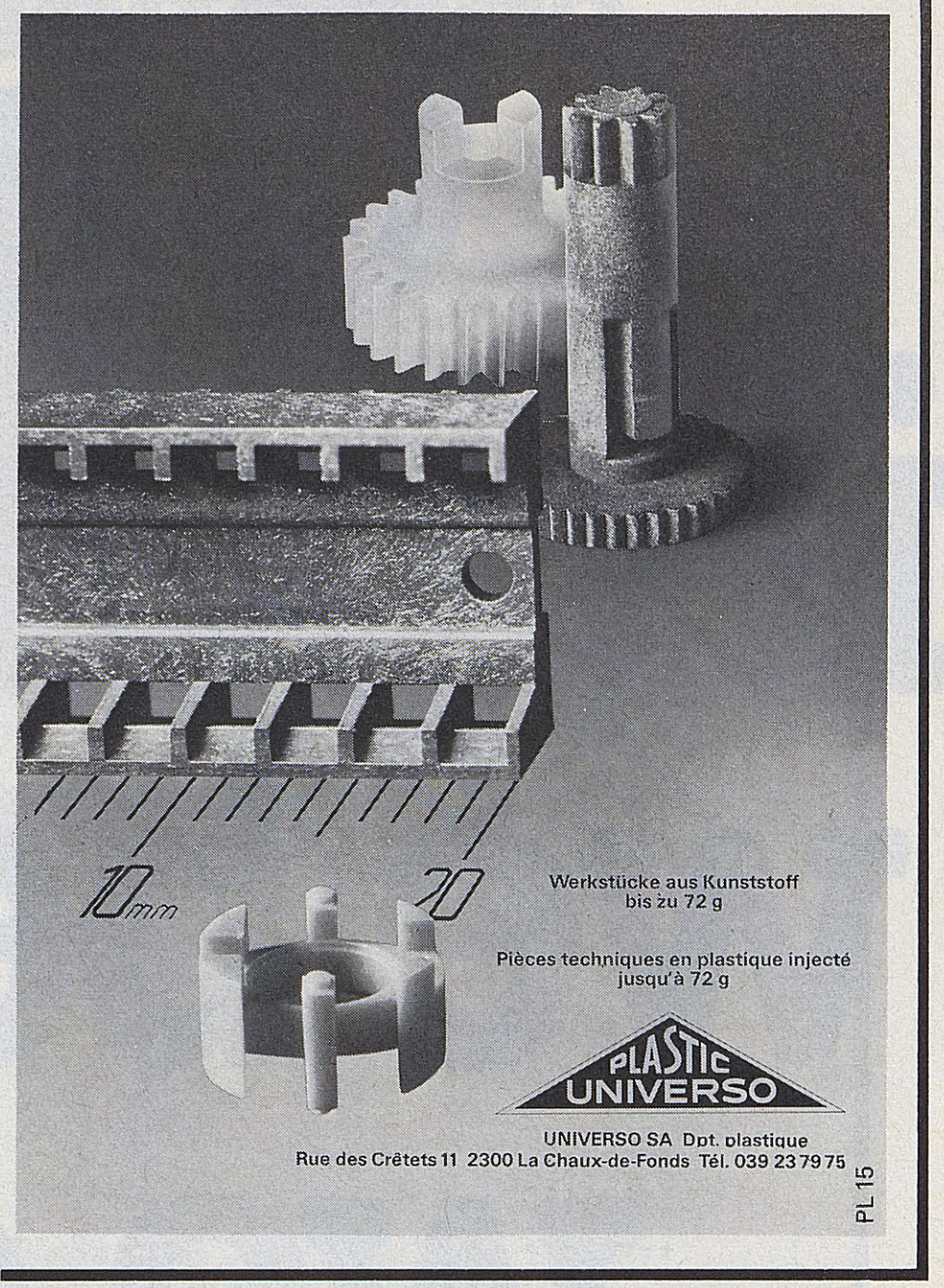
Or you can write to us at British Telconsult, 55 Old Broad Street, London EC2M 1RX, UK.

British TELCONSULT
The Consultancy Service of British Telecom

T+N
Central téléphonique (Standard)

En très bon état, année de construction 1974, avec 30 lignes extérieures et 400 intérieures, y inclus les appareils et beaucoup d'accessoires supplémentaires. A vendre à des conditions favorables complet ou à part pour une amplification.

Veuillez adresser vos offres à: LBS, Dép. d'organisation, Boîte Postale 14 60, D-7500 Karlsruhe 1, R.F.A. (Tél. 0721/8193-2916)



centro

Là où deux ans plus tôt il n'y avait que le désert, il y a aujourd'hui Yanbu qui est appelée à devenir la cité industrielle de l'avenir.
Le réseau téléphonique et télex, considéré comme l'un des plus perfectionnés du monde, sera mis en service par SARTELCO, la filiale en Arabie Saoudite de la firme italienne SIRTI.
Les différents centraux du système de communication numérique à répartition temporelle seront reliés entre eux par des câbles à fibres optiques utilisant les techniques d'épissure et de connexion terminale SIRTI.

For over a hundred years, Ericsson has been a major creative force in world telecommunications.

Much of our early history was a series of significant telecommunications firsts — in switching,in computer control, in digital techniques, in cable technology, in defence electronics.

As we grew up, we combined our skills, and became the confident managers of large-scale telecommunications projects. We became experts at the installation of turnkey telecommunications systems. We put in complete networks larger than any other company has ever installed outside its own home market.

Through this experience, we have developed a unique systematic approach, which straddles a broad range of managerial, technological and logistic disciplines — an approach which means that we complete the very largest project successfully, and on time.

We are a group with resources.

We have made outstanding progress.

ERICSSON

It is natural and beneficial for us to reflect these important achievements in a new group symbol. From January 1st, 1982, we will be known as Ericsson throughout the world. Our symbol is the word Ericsson, followed by a stylized E.

The name of the parent company, Telefonaktiebolaget L M Ericsson, remains unchanged however, as well as the names of a number of subsidiaries.

FOR THE TELECOM ADMINISTRATIONS

In public telecommunications systems, Ericsson's AXE digital system has had a success unparalleled in the history of telephony. AXE is unique — the only state-of-the-art switching machine with an extensive in-service-record. Its success is largely software-based: AXE software principles have been adopted as industry standard.

In the few years since it was launched, AXE-based telephone networks have been introduced in 33 countries. The AXE-based digital networks are designed to evolve into ISDN, the integrated services digital network. ISDN carrying both voice and data is unquestionably the future of world telecommunications.

FOR THE DEFENCE AUTHORITIES

In defence, the story is the same. In this high-technology field Ericsson has a reputation for brilliant individual achievements in communications, radar, infra-red and laser equipment. Now we can offer increased capability in undertaking complete systems. We have developed our own systematic approach to such projects as the planning, supply and installation of strategic and tactical networks and air traffic control systems.

WE'VE GOT
FOR BETTER WAYS TO

FOR THE BUSINESS AND ADMINISTRATIVE WORLD

For business and administration, we are putting our proven capability in high-technology public telecommunications networks to use in business systems and office automation.

Already among the world's largest users and manufacturers of computers, we have acquired Datasaab, with its own expertise in business systems and terminals. We have combined this expertise with the skills of two Ericsson divisions already working on advanced private exchanges and information systems, and formed a new company — Ericsson Information Systems AB.

The formation of a US company, Anaconda-Ericsson Inc. is a significant step for the Group's development. Anaconda-Ericsson's major activity today is in cable manufacturing in the US and Latin America and the Anaconda-Ericsson Telecommunications Division is rapidly developing as a base for US marketing of Ericsson Information Systems products.

FOCUS ON SERVICE

Many important contracts today require network construction capability — not only for public telephone administrations, but also for business, industry, utilities and defence. In railway communications and signalling, communications and telemetry for pipelines too, Ericsson will undertake project management, installation and service for the most extended systems and networks.

Digital telecom systems and information systems are computer-based. Computers are hungry for specialist software. Ericsson has set up software houses offering consultancy, systems engineering, and project management — vital in a time of programmer scarcity.

FOCUS ON TECHNOLOGY

Underlying all networks, all equipment, is research and development. In the last two years alone, we have invested in excess of US$350 million in research and development to maintain our lead in technology. Optical fibre technology and the custom design of VLSI circuits are just two examples of Ericsson's research commitment.

DEVELOPMENT MEANS TRANSFORMATION

Development has transformed Ericsson. It is the same company, still a telecommunications leader. But it has developed, as telecommunications has developed; it is maturing, as the industry it belongs to is maturing.

As with any living thing, growing up means a change of style. Our own new style reflects the development of international operations on a new scale. We are proud of both.

A NAME COMMUNICATE

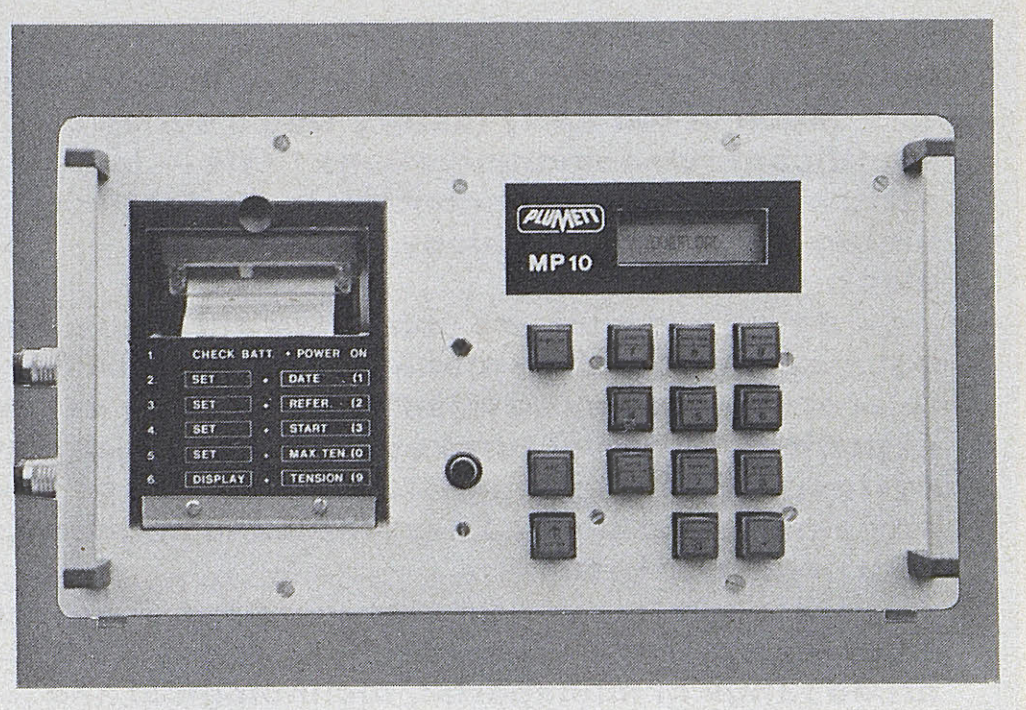
Telecommunications and information technology.

ERICSSON

TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON
S-126 25 STOCKHOLM, SWEDEN

PLUMETT – FIBRE OPTIC CABLE INSTALLATION

Our company establishment for specialized underground cable laying equipment is acknowledged world wide and for many years our research and development division have recognised the increasing interest in the fibre optic cable laying principal.



To facilitate a fast, safe and trouble-free cable laying process our extensive range of equipment has been enhanced by the highly accurate PLUMETT electronic model MP-10 monitor and recorder which provides the following key advantages:

1. application data programming and status call back capability
2. accurate recorder of cable pull and length
3. visual data print-out
4. failsafe overload control termination

This advanced electronic control underground cable laying monitor is for use with the PLUMETT range of automatic cable feeder equioment, including long cable lengths, also, special twin loop capstan winches for fibre optic installations.

We will, with pleasure, provide further specification, price and delivery information on request.

PLUMETTAZ SA, Zone industrielle En Vannel, CH-1880 BEX/Switzerland Tel. (025) 63 26 46 Telex 456 111

Sirti

Gruppo IRI - Stet

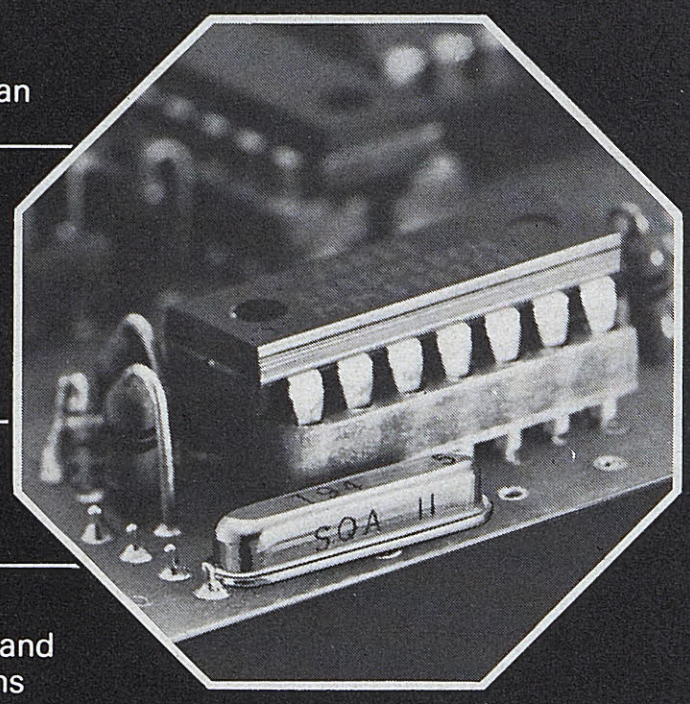
Travail italien pour le développement des télécommunications dans le monde

DRYAN-FORDAHL TECHNOLOGIES SA
30, RUE DE FLORE
CH–2502 BIENNE (SWITZERLAND)
TELEPHONE 032 · 231295
TELEX 34405 ENDAL CH

dryan fordahl

Produces one of the most sophisticated quartz available today:

The COMODOR crystal
(COupled MOde DOminance Resonator)



– Much smaller than usual AT– cut
– Extreme shock and vibration resistance (less than 0.1 ppm at 5000 g)
– Unsensitive to thermal gradient
– Ideal for military and space applications

fd fordahl

– Develops custom designed oscillators (OCXO, TCXO, etc)
– Is specialized in any accurate measurement (micro-displacements, time and frequency, etc)
– Provides new ways in field-programmable automation systems

Développez vos contacts avec les responsables des réseaux de télécommunication dans le monde en intensifiant votre publicité dans le «Journal des télécommunications».

To build up your contacts with those who count in world telecommunications advertise more in the "Telecommunication Journal".

Intensifique su publicidad en el «Boletín de Telecomunicaciones» y aumente así sus relaciones con los responsables de las redes de telecomunicación del mundo entero.

Publicité
du «Journal des Télécommunications»

Exclusivité: La Presse Technique S.A.

3a, rue du Vieux-Billard
Case postale 108 — 1211 GENÈVE 4 — (Suisse)
Tél.: (022) 21 92 26 — Télex 284 56 ptsa ch

INDEX DES ANNONCEURS

AUTOPHON AG., Zürich (Switzerland) *a8*
BICC TELECOMMUNICATIONS Prescot (Merseyside-England) *a3*
BRITISH TELCONSULT, London (England) *a35*
CABLE AND WIRELESS LTD., London (England) *a2*
CABLES CORTAILLOD SA, Cortaillod (Switzerland) *a33*
CLEMESSY, Mulhouse (France) *a4-5*
DRYAN-FORDAHL SA, Bienne (Switzerland) *a40*
LM ERICSSON, Stockholm (Sweden) *a9* *a38-39*
FUJITSU LTD., Tokyo (Japan) *a6-7* *c4*
GEC OPTICAL FIBRES, Leyton (England) *a13*
GTE COMMUNICATIONS PRODUCTS, Stamford (Conn.—USA) *a20-21*
HASLER AG, Berne (Switzerland) *a32*
ITT-INTERNATIONAL TELEPHONE TELEGRAPH CORP., New York (N.Y.—USA) *a18-19*
LBS, Karlsruhe (F. R. of Germany) *a36*
LTT, Conflans-Sainte-Honorine (France) *c3*
NIPPON ELECTRIC CO. LTD., Tokyo (Japan) *c2* *a1*
NKF, Waddinxveen (Netherlands) *a10-11*
NKT, Copenhagen (Denmark) *a25*
PHILIPS TELECOMMUNICATIE INDUSTRIES, Hilversum (Netherlands) *a30-31*
PIRELLI, Milano (Italy) a17
PLANTRONICS, Santa Cruz (Cal.—USA) *a16*
PLUMETTAZ SA, Bex (Switzerland) *a37*
R-TEC, Bedford (CA.-USA) *a29*
ROHDE & SCHWARZ, München (F. R. of Germany) *a34*
SAT, Paris (France) *a24*
SIEMENS AG, München (F. R. of Germany) *a22-23*
SIRTI, Milano (Italy) *a36-37*
SODECO-SAIA SA, Genève (Switzerland) *a12*
STANDARD TELEPHON UND RADIO AG, Zurich (Switzerland) *a28*
STANDARD TELEPHONES AND CABLES LTD., London (England) *a14-15*
TMC LTD., Malmesbury (Wiltshire-England) *a26-27*
UNIVERSO SA, La Chaux-de-Fonds (Switzerland) *a36*

Où la lumière transmet, le progrès s'installe.

Conçus, réalisés et installés par LTT, des systèmes complets de transmissions par câbles à fibres optiques entrent en action, preuve éclatante d'une technologie en plein essor.
Ces systèmes s'animent, transmettent et font progresser tous les secteurs de pointe du monde d'aujourd'hui :

Télécommunications

LTT réalise des liaisons urbaines intercentraux : 30 000 voies téléphoniques passent sur un câble gros comme un doigt.
Un événement : LTT a installé la première liaison optique sous les rues de Paris.

Transmissions de données

Même en milieux perturbés, LTT transmet en toute sécurité toutes les données d'information.
Spectaculaire, la mise en place d'un système de transmissions optiques le long d'une ligne à haute tension.

Vidéocommunications

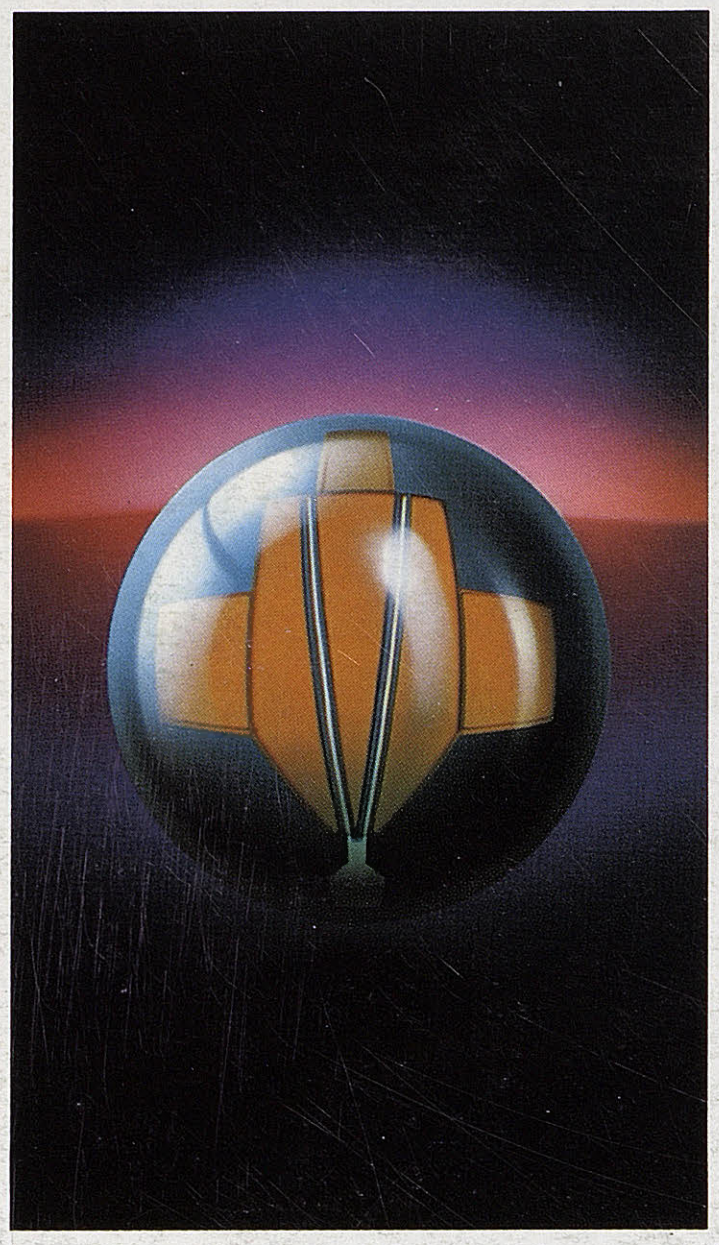
Dans les réseaux de surveillance des moyens de transport et dans le domaine des "nouveaux services", les transmissions par câbles à fibres optiques de LTT s'avèrent fiables et performantes.
Une de nos références : la télé-surveillance de la marche des trains le long d'une ligne électrifiée.

Dans tous les secteurs, à tous les niveaux, la lumière transmet bien quand LTT est maître d'œuvre.

Contactez LTT,
responsable
des transmissions optiques
au sein de THOMSON-CSF.

LTT

1, rue Charles Bourseul
BP 5 / 78702 Conflans-Ste-Honorine Cedex / FRANCE
Tél. : (3) 974.56.56 / Télex LTT 696 808 F



Un exemplaire d'essai modifié du nouveau et révolutionnaire transistor Fujitsu à grande mobilité électronique (HEMT).
Ce dispositif à base de GaAs, 30 fois plus rapide qu'un transistor habituel au silicium, représente la technologie futuriste que met au point Fujitsu pour l'avenir des réseaux numériques.

DIGITAL NETWORKS

Pourquoi Fujitsu est à l'avant-garde

Fujitsu est l'une des sociétés industrielles de télécommunications les plus innovatrices du monde. Fujitsu est aussi le principal constructeur d'ordinateurs du Japon, ainsi qu'un producteur d'avant-garde de dispositifs semi-conducteurs et autres composants micro-électroniques. Avec une telle gamme de spécialités, Fujitsu est en position idéale pour créer des réseaux numériques de télécommunications de conception et d'envergure hors du commun. Et c'est précisément ce qu'elle fait. Quand vous commencez à penser aux réseaux numériques, vous pensez déjà à Fujitsu.

FUJITSU

Fujitsu Limited·Tokyo, Japan